Fischer, Johann Carl,

Anfangsgründe der Physik in ihren mathematischen und chemischen Theile

Jena 1797

Phys.g. 121
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10131014-0
VD18 13172034-002

Phys. g. 121

<36604496860015
<36604496860015
Bayer. Staatsbibliothek

Anfangsgründe der Phyſik

in

ihren mathematiſchen und chemiſchen Theile

nach den neueſten Entdeckungen

herausgegeben

von

D. Johann Carl Fiſcher,

der Philoſophie auſſerordentlichem Profeſſor zu Jena und der mathematiſch-phyſikaliſchen Geſellſchaft zu Erfurth Ehrenmitgliede.

Mit drey Kupfertafeln in Quart.

Jena,

bey Johann Michael Mauke.

1797.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorrede.

Ich übergebe der gelehrten Welt die erſten Gründe der Phyſik, welche ich nach den neueſten Entdeckungen nicht etwa aus Neuerungsſucht, ſondern mit Ueberzeugung von denſelben als Leitfaden zu akademiſchen Vorleſungen abgefaßt habe. Hier iſt gerade der rechte Ort, meine Gründe kurz aufzuſtellen, welche mich bewogen haben, von der gewöhnlichen materiellen Vorſtellungsart abzugehen. Es iſt unläugbar, daß die Naturlehre auf dem Wege der Erfahrungen und der daraus richtig gemachten Folgen erforſchet und dargeleget werden muß;

 alle

alle Erfahrungen aber beruhen zuletzt auf Gründen, welche ein völliger Gegenſtand der Metaphyſik ſind. Der Phyſiker muß ſich alſo zuletzt auf metaphyſiſche Sätze ſtützen. Er iſt daher genöthiget, vor allen Dingen den Begriff der Materie zum Grunde zu legen, und Unterſuchungen darüber a priori anzuſtellen, um zu ſehen, was die Vernunft zu leiſten vermag. Hierbey bieten ſich nun zwey Wege dar, der erſte der atomiſche und der zweyte der dynamiſche. Die atomiſtiſche Lehrart nimmt nemlich an, daß die Materie aus Theilchen zuſammengeſetzet ſey, welche weiter nicht theilbar aber doch ausgedehnet ſind, und Atome genennet werden; daher entſtehen 1. die unendliche Untheilbarkeit 2. die abſolute Undurchdringlichkeit der Materie 3. die Erfüllung des Raumes durch ihre bloße Exiſtenz 4. leere Zwiſchenräume zwiſchen den Atomen 5. diskrete Flüſſigkeiten. Die dynamiſche Lehrart hingegen ſetzt das Weſen der Materie in die zurückſtoßende und anziehende Kraft als Grundkräfte, und daraus folgen 1. die unendliche Theilbarkeit; 2. die relative Undurchdringlichkeit der Materie; 3. die Erfüllung des Raums durch die Grundkräfte; 4. keine leeren Zwiſchenräume; 5. keine diskreten Flüſſigkeiten. Wenn man die atomiſtiſche Lehrart, welche von einigen bis zum Abgeſchmackten iſt getrieben worden, zum Grunde leget,

ſo

ſo kann man von den Wirkungen der natürlichen Körper gar keine Gründe angeben; bey Entwickelung der Naturbegebenheiten kommt man zuletzt wieder auf Wirkungen der Natur, von welchen man ausging. Auflöſungen finden bey dieſer Lehre gar nicht ſtatt, ſondern nur Anhäuffungen der Grundkörperchen. Wie groß wird endlich nicht die Ungereimtheit, wenn man nur einen kleinen Ueberſchlag in Anſehung der leeren Zwiſchenräume der Körper machet? — Man nehme z. B. 1 Cubikzoll Platinum als vollkommen dicht an, ſo würden doch 21 Cubikzolle Waſſer nur einen einzigen Cubikzoll Materie enthalten können, weil das Platinum 21mal ſpecifiſch ſchwerer als das Waſſer iſt. In 21 Cubikzollen Waſſer müßten ſich alſo 20 Cubikzolle leere Zwiſchenräume befinden. Nicht allein die geſunde Vernunft empört ſich dagegen, ſondern auch alle Erfahrung iſt dawider; man betrachte nur das Waſſer mit den ſtärkſten Vergrößerungsgläſern, ſo wird man die ganze Waſſermaſſe als ein zuſammenhängendes Ganzes wahrnehmen; wo bleiben alſo die 20 Cubikzoll leere Zwiſchenräume? — Noch abgeſchmackter fällt es in die Augen, wenn man die Zwiſchenräume der Luft aufſuchet; man findet in 16800 Cubikzoll Luft nur einen einzigen Cubikzoll Materie und 16799 Cubikzoll leere Zwiſchenräume. Was ſoll zuletzt

der geſunde Menſchenverſtand dazu ſagen, daß die ganze ſolide Materie des Sonnenſyſtems in einer Nußſchaale Platz haben könne? — Von allen dieſen Vorwürfen iſt die dynamiſche Lehrart frey, und es iſt in der That zu bewundern, da ſie ein Kant *) ſo mathematiſch überzeugend dargethan hat, daß die größten und berühmteſten Naturforſcher keine Rückſicht darauf genommen haben. Herr Gren **) allein gab zuerſt der dynamiſchen Lehrart Beyfall; allein er nimmt nicht wie Herr Kant zwey, ſondern drey Grundkräfte an, nemlich Schwerkraft, Cohäſionskraft oder anziehende Kraft, und Expanſivkraft oder zurückſtoßende Kraft. Weil hier nichts auf Glauben, ſondern auf richtige Prüfung ankommt, ſo bin ich ganz überzeugt, daß Herr Kant aus unwiderſprechlichen Gründen bewieſen hat, daß nicht mehr als zwey Grundkräfte der Materie inhäriren. Alle nur mögliche Veränderungen, welche bey der Materie erfolgen können, ſind Bewegungen; dieſe können aber

*) Metaphyſiſche Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft von Immanuel Kant. 2te Auflage 1787. 8.

**) M. ſ. Grundriß der Chemie nach den neueſten Entdeckungen entworfen von D. Friedrich Albrecht Carl Gren. I. Theil. Halle 1796. 8.

aber überhaupt nur auf zweyerley Weiſe ſtatt finden, indem ſich nemlich die Materie einer andern nähert oder davon entfernet. Der Grund von der erſtern iſt die anziehende Kraft und der Grund von der andern die zurückſtoßende Kraft. Die Cohäſionskraft kann nicht mit der anziehenden Kraft einerley ſeyn, denn dieſe iſt durchdringend und der Maſſe proportional, jene aber Flächenkraft; ſie kann aber auch keine zurückſtoßende Kraft ſeyn, weil ſich ſonſt ihre Stärke nach der ſpecifiſchen Schwere der Materie richten müßte, wogegen die Erfahrung ſtreitet. Ich bin jetzt völlig geneigt, ſie als eine abgeleitete Kraft zu betrachten, welche eine Wirkung von der zurückſtoßenden oder anziehenden Kraft einer andern feinen flüſſigen Materie, welche alle Körper durchdringt, vielleicht der Wärmematerie iſt; flüſſig muß dieſe Materie ſeyn, weil die Cohäſionskraft nach allen Seiten ſich äuſſert und doch nur Flächenkraft iſt. Nach dieſer meiner Aeuſſerung wäre alſo die Anmerkung des §. 85. zu verbeſſern.

Weit entfernt von einer gewiſſen Eigenliebe bitte ich vielmehr dieſe meine Schrift ſtreng zu prüfen; irren iſt menſchlich; ich werde jederzeit gründliche Belehrung mit Dank annehmen, wie ich denn ſchon ſelbſt überzeuget

bin

bin, daß einige Verbeſſerungen darin angebracht werden müſſen, die ich, wenn es zur zweyten Ausgabe kommen ſollte, beyfügen werde.

In Anſehung des chemiſchen Theils bin ich aus völliger Ueberzeugung auch dem neuern Syſtem gefolget, habe jedoch die Lücken derſelben nicht ganz unberührt laſſen können. Jena im Monath April 1797.

J. C. Fiſcher.

Inhalt.

Inhalt.

Anfangsgründe der Naturlehre.

Einleitung. S. 1-18

Erſter Theil.
Allgemeine Phyſik.

Erſtes Kapitel.
Von den allgemeinen Eigenſchaften der Materie. S. 21-30

Zweytes Kapitel.
Von der Bewegung der Materie und den Grundkräften derſelben. S. 30-95

Drittes Kapitel.
Von der Cohärenz. S. 95-134

Vier-

Viertes Kapitel.

Von der Schwere der Körper.

Erſter Abſchnitt.
Von der Schwere überhaupt. S. 135-141

Zweyter Abſchnitt.
Von dem Gleichgewichte feſter Körper und von dem Schwerpunkte derſelben. S. 142-156

Dritter Abſchnitt.
Von dem freyen Falle der Körper. S. 156-164

Vierter Abſchnitt.
Vom Falle der Körper auf einer ſchiefen Ebene. S. 164-171

Fünfter Abſchnitt.
Von den Geſetzen der Wurfbewegung. S. 172-180

Sechſter Abſchnitt.
Von den Geſetzen des einfachen und zuſammengeſetzten Pendels. S. 181-200

Siebenter Abſchnitt.
Von den Geſetzen des Stoßes feſter Körper. S. 200-217

Achter Abſchnitt.
Von dem Gleichgewichte und der Bewegung flüſſiger Körper. S. 217-252

Zweyter Theil.
Beſondere Phyſik.

Erſtes Kapitel.
Von den einfachen Stoffen der drey Naturreiche. S. 255-334

Zweytes Kapitel.
Von ſelbſt erfolgende Miſchungsveränderung vegetabiliſcher und thieriſcher Körper. S. 335-344

Drittes Kapitel.
Von dem Wärmeſtoffe. S. 344-393

Viertes Kapitel.
Von dem Lichtſtoffe. S. 394-491

Fünftes Kapitel.
Vom Waſſer. S. 491-496

Sechſtes Kapitel.
Von der Luft und den Luftarten. S. 497-565

Siebentes Kapitel.
Von dem Schalle und Tone. S. 565-582

Achtes Kapitel.
Von dem Feuer. S. 583-593

Neuntes Kapitel.
Von der elektriſchen Materie. S. 593-653

Zehntes Kapitel.

Von der magnetiſchen Materie. S. 658-676

Eilftes Kapitel.

Von dem Weltſyſtem und der Erde überhaupt. S. 677-719

Zwölftes Kapitel.

Von der Erde insbeſondere und derſelben Atmoſphäre. S. 721-820

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Anfangsgründe der Naturlehre.

Einleitung.

§. 1.

Eigenſchaften eines Dinges überhaupt ſind alles dasjenige, was zum Daſeyn des Dinges gehöret, und der Inbegriff aller Eigenſchaften macht die Natur deſſelben aus. So ſind z. B. Durchſichtigkeit, Schmelzbarkeit, Härte und Sprödigkeit die Eigenſchaften des gemeinen Glaſes, und dieſe zuſammengenommen beſtimmen die Natur deſſelben.

Jaq. Rohault traité de phyſique à Paris 1623. 12. T. I. II. ab *Sam. Clarckio* lat. ver. cum animadverſionibus integris *Ant. le Grand.* Amſtel. 1708. cap. IV. §. 7. ſqq. et cap. VII. §. 1.

Auſſer dieſer Bedeutung des Wortes Natur, verſteht man auch darunter

1. den Inbegriff aller erſchaffenen Dinge, oder man nimmt das Wort Natur gleichbedeutend mit dem Worte Welt.

2. verſteht man auch darunter die Grundurſache der Erſcheinungen in der Welt.

§. 2.

Die Wiſſenſchaft von den Eigenſchaften aller erſchaffenen Dinge heißt im allgemeinſten Verſtande die Naturwiſſenſchaft, Naturlehre, natürliche Phyſiologie (philoſophia naturalis, phyſiologia). In dieſer Bedeutung begreift ſie nicht allein die Gegenſtände unſerer Sinnenwelt, ſondern auch denkende Weſen. So weitläuftig kann hier freylich die Naturlehre oder Phyſik nicht genommen werden. Daher verſteht man unter ſelbiger in einem etwas engern Sinne die Wiſſenſchaft von den Eigenſchaften der Dinge unſerer Sinnenwelt.

§. 3.

Unſere Kenntniß von Dingen iſt entweder hiſtoriſch oder rational; daher theilet ſich die Naturlehre in die hiſtoriſche und rationale ab. Die hiſtoriſche Naturlehre enthält ſyſtematiſch geordnete Fakta der Naturdinge, mithin entweder ſolcher, welche ſind, oder ſolcher, welche geweſen ſind. Das erſtere iſt Naturbeſchreibung im weitläuftigſten Sinne, welche nicht allein die drey Reiche der Natur, ſondern auch die einfachen Beſtandtheile nach ihrer Aehnlichkeit und Verſchiedenheit, und die Geſtirne unter ſich begreifet; das zweyte iſt Geſchichte der Natur,

welche

welche alſo ſyſtematiſch geordnete Fakta ſolcher Naturdinge enthalten muß, die geweſen ſind. Von dieſer haben wir nur Bruchſtücke. Die Naturbeſchreibung theilet man beſonders in folgende drey Wiſſenſchaften ab; in die **Naturgeſchichte** oder in die hiſtoriſche Kenntniß der drey Reiche der Natur; in die **Chemie** oder in die Kenntniß der einfachen Beſtandtheile der Körper und in die **Aſtrognoſie** oder in die Kenntniß der Geſtirne ab. Was endlich die rationale Naturlehre anbetrift, ſo beſchäftiget ſich dieſe mit Aufſuchung der Urſachen der Veränderungen der natürlichen Dinge, welche in den Eigenſchaften derſelben gegründet ſind.

§. 4.

Der größte Vorwurf der Naturlehre beſteht alſo in Aufſuchung der Eigenſchaften der körperlichen Dinge unſerer Sinnenwelt, weil eben in dieſen der zureichende Grund von allen Veränderungen derſelben lieget. Dieſe Eigenſchaften erforſcht nun die Naturlehre theils durch **Erfahrung**, theils aber auch durch **Vernunftſchlüſſe**, welche aus den Erfahrungen hergeleitet werden. Unter Erfahrungen verſteht man Wahrnehmungen der Veränderungen an den natürlichen Körpern durch unſere Sinne. Die Erfahrungen ſind übrigens zweyerley, nemlich **Beobachtungen** und **Verſuche**. Bey den Beobachtungen laſſen wir die körperlichen Dinge in dem Zuſtande, in welchem ſie ſich von ſelbſt befinden, und geben nur darauf acht, welche Veränderungen mit ſelbigen in dieſem Zuſtande vorgehen; bey Verſuchen aber bringen wir die körperlichen Dinge vorſetzlich in einen andern Zuſtand, in welchem ſie an und für ſich nicht waren, und ſind nun auf diejenigen Veränderungen aufmerkſam,

welche in dieſem Zuſtande mit ihnen vorgehen. Durch Verſuche lernen wir oft Eigenſchaften an den Körpern, welche wir durch Beobachtungen nie würden kennen gelernt haben, und dringen daher durch ſie tiefer in die Natur der Körper ein.

§. 5.

Die Veränderungen, welche wir an den Körpern unſerer Sinnenwelt entweder durch Beobachtungen oder durch Verſuche wahrnehmen, nennt man **Erſcheinungen, Naturbegebenheiten, Phänomene** (phaenomena). Es iſt demnach der Hauptzweck der rationalen Naturlehre, die Urſachen von allen dieſen Phänomenen aufzuſuchen und anzugeben. Freylich kommt man bey Aufſuchung der Urſachen von den Naturbegebenheiten der Körper endlich auf ſolche, wovon bis jetzt kein Menſch im Stande iſt, eine weitere Urſache davon zu geben, und bey dieſen einfachen Urſachen als **Grundurſachen** muß er ſtehen bleiben, weil ſie auſſer den Schranken ſeiner Erkenntniß liegen. Von dieſen Grundurſachen kennt man wohl ihre Wirkungen, aber nicht die wirkende Urſache. Iſt nun jemand im Stande, bey Entwickelungen der Urſachen von den Naturbegebenheiten der Körper unſerer Sinnenwelt die Grundurſachen anzugeben, ſo erkläret er die Naturbegebenheiten. Z. B. der hohe Stand des Queckſilbers im Barometer iſt ein Phänomen; es wird dieſes erkläret durch den Druck der äuſſern Luft, weil darinn der zureichende Grund der Veränderung liegt. Allein die Urſache der Druckkraft der Luft liegt auſſer der Gränze unſerer Erkenntniß; daher bleibt man bey dieſer Urſache als Grundurſache ſtehen, wovon wir wohl die Wirkung erfahren, ihre wirkende Urſache aber nicht wahrnehmen können.

§. 6.

Vermöge der Erfahrung ſind wir berechtiget, folgenden Satz als völlig wahr anzunehmen; die Phänome erfolgen beſtändig auf einerley Art, wenn ſich die Körper unter ein und den nemlichen Umſtänden befinden. Es müſſen demnach die Phänomene nach gewiſſen Geſetzen erfolgen, folglich die Körper unter einerley Umſtänden gleiche Wirkung hervorbringen, und eben dieſe Geſetze, vermöge welcher die Körper unter einerley Umſtänden auf einerley Art wirken, nennt man **Naturgeſetze** (leges naturales). Dieſe Naturgeſetze ſind eigentlich nichts weiter als Folgen, welche man aus den Wirkungen der Körper herleitet. Die Wirkungen ſind in der Natur, und die Geſetze dazu legt unſer Verſtand gleichſam hinein. Allein es heißt noch keinesweges die Phänomene erklären, wenn man ſelbige auf allgemeine Naturgeſetze zurückbringen kann. Jedoch bleibt es wahr, daß die Kenntniß der Naturgeſetze von einem ſehr großen Nutzen iſt, indem wir durch ſie eine allgemeine Ueberſicht der Phänomene erhalten, und zugleich belehret werden, welche Wirkungen die Körper hervorbringen müſſen, wenn ſie unter dieſen oder jenen Umſtänden ſich befinden. Es iſt auch ſicherer, in den mehreſten Fällen zuerſt die Naturgeſetze aufzuſuchen, ehe man es wagen darf, die Urſachen von den Naturbegebenheiten der Körper zu entdecken.

§. 7.

Unſere Sinne ſind oftmals ſo unvollkommen, daß wir ohne andere Mittel die Naturbegebenheiten der Körper nicht wahrnehmen können. Dieſerwegen hat man Inſtrumente nöthig, welche unter dem Namen des **phyſiſchen Apparates** begriffen werden. Sie

müſſen freylich dem Zwecke entſprechen, einfach und genau eingerichtet ſeyn. Uebrigens hat man bey der Anſtellung der Erfahrung darauf zu ſehen, daß man mit der größten Vorſicht ohne Vorurtheil und ganz unpartheyiſch auf alle nur mögliche Umſtände acht hat, welche etwa eine veränderte Wirkung hervorzubringen im Stande wären. Die Verſuche insbeſondere können oft zu fehlerhaften Schlüſſen Anleitung geben, wenn ſie nicht mit gehöriger Genauigkeit und Vorſicht und mit zweckmäßig eingerichteten Inſtrumenten ſind angeſtellet worden. Durch Hülfe ihrer kann man aber auch Eigenſchaften der Körper in ganz veränderten Umſtänden kennen lernen, und dadurch die Wirkungen weit genauer erforſchen, als durch bloße Beobachtungen. Freylich müſſen aber auch die Verſuche auf Beobachtungen zurückführen, wenn ſie die allgemeinſten Urſachen entdecken ſollen.

Geor. Erh. Hambergeri elementa phyſices in praefat. ad edit. III. Jenae 1741. 8. de cautione in experientiis recte ſormandis et applicandis adhibenda.

§. 8.

An und für ſich würden die Erfahrungen von keiner Erheblichkeit ſeyn, wofern nicht aus ſelbigen richtige Schlüſſe auf die Natur des unterſuchten Objektes gemacht würden. Der Naturforſcher muß demnach aus den Erfahrungen, welche er über die Körper gemacht hat, die Eigenſchaften derſelben durch richtige Folgerungen entwickeln, und ſelbige durch Verſuche auch unter abgeänderten Umſtänden zu beſtätigen ſuchen. Auf dieſe Art wird er im Stande ſeyn, die Phänomene bey Erklärung derſelben auf die einfachſten Grundurſachen zurückzubringen.

§. 9.

Erklärungen, welche weder auf Erfahrungen noch daraus gemachten richtigen Folgen beruhen, dürfen eigentlich in der Naturlehre gar nicht gebraucht werden. Jedoch findet man Phänomene, welche weder aus Erfahrungen noch daraus gemachten Vernunftſchlüſſen erkläret werden können, daher iſt man genöthiget, im voraus eine Urſache anzunehmen, aus welcher ſich die Phänomene erklären laſſen. Eine ſolche im voraus angenommene Urſache nennt man eine Hypotheſe. Wenn die Hypotheſe einen hohen Grad der Wahrſcheinlichkeit erhalten ſoll, ſo muß ſie ſich auf Beobachtungen und Verſuche gründen, und keinem allgemein anerkannten Naturgeſetz entgegen, auch ſelbſt zur einfachſten und ungezwungenſten Erklärung der Phänomene hinreichend ſeyn. Es iſt ausgemacht, daß der kluge Gebrauch der Hypotheſen zur Erforſchung der Eigenſchaften der Körper ſehr viel beytragen, indem ſie oftmals Anlaß zu neuen abgeänderten Verſuchen geben. Ja der Mißbrauch der Hypotheſen hat zur Erfindung der Naturgeſetze beygetragen, und wenn man nie eine Hypotheſe angenommen hätte, ſo würde vielleicht die Phyſik nicht zu derjenigen Vollkommenheit gekommen ſeyn, die ſie wirklich erhalten hat. Analogiſche Erklärungen können oft mit Vortheil gebraucht werden, ſind aber leicht trügeriſch und daher mit aller Vorſicht anzuwenden.

§. 10.

Bey den Erklärungen der Naturbegebenheiten hat man folgende Regeln zu beobachten:

1. Man muß keine Urſache als wahr annehmen, welche nicht zur einfachſten und ungezwungenſten Erklärung

der Naturbegebenheiten nothwendig und hinreichend ſind. Sie ſind aber wahr

a. wenn es erwieſen werden kann, daß ſie wirklich zugegen waren, alle übrige Urſachen dabey aber völlig wegfielen.

b. wenn unter veränderten Umſtänden eben dieſelben Urſachen das nemliche Phänomen hervorbringen.

c. wenn nicht allein die Urſachen möglich, ſondern offenbar da ſind.

d. wenn, ſobald die Urſachen wegfallen, auch das ganze Phänomen wegfällt.

2. Bey Phänomenen einerley Art, müſſen auch einerley Urſachen ſtatt finden. Nur muß hierbey die Vorſicht gebraucht werden, daß man nicht ſogleich den Schluß auf einerley Urſachen mache, wenn bey verſchiedenen Phänomenen ähnliche oder übereinſtimmende Umſtände eintreten, ſondern man muß genau das weſentliche von den zufälligen unterſcheiden.

3. Solche Eigenſchaften der Körper, welche bey allen angetroffen werden, und gar keine Abänderungen leiden, müſſen als allgemeine Eigenſchaften betrachtet werden.

4. Diejenigen Sätze, welche aus den verſchiedenen Phänomenen durch Induktion geſchloſſen werden, müſſen für wahr, oder doch wenigſtens beynahe für wahr gehalten werden, bis man auf andere Phänomene kommt, wodurch ſie entweder genauer beſtimmt oder gewiſſen Ausnahmen unterworfen werden.

Petr. v. Muſchenbroeck introductio ad philoſophiam natural. 1761. 4. §. XXXI. XXXIV. XXXV. XXXVI. *Iſaac Newton* philoſ. natur. princip. mathemat. L. III.

§. 11.

Die Körper unſerer Sinnenwelt ſind mit Kräften begabt, und eben dadurch in einem ſteten Zuſammen-

menhange. Bey genauerer Prüfung findet man eine beſtändige Veränderung von aufgehobenem Gleichgewichte und wieder hergeſtellter Ruhe. Daher entſtehen Bewegungen, Veränderungen des Ortes und der Lage der Körper gegen einander, wodurch eben die vorzüglichſten Naturbegebenheiten erfolgen. Hieraus ſieht man, daß es für die Naturlehre ein Hauptgeſchäft iſt, die Größen der Kräfte, der Bewegungen und der daher rührenden Wirkungen zu ermeſſen, und mit einander zu vergleichen, welches ein Gegenſtand der Mathematik iſt. Dieſerwegen iſt dem Naturforſcher die Mathematik unentbehrlich. In vielen Fällen beruht aber die Erforſchung der Eigenſchaften und der daher rührenden Wirkungen auf die Kenntniß der einfachen Beſtandtheile, welche in ihrer Verbindung einen Körper ausmachen, der Art und Weiſe ihrer Verbindung und ihrer Verhältniſſe gegen einander. Es wird daher niemand in der Naturlehre ohne Kenntniſſe in der Chemie ſichere Fortſchritte machen. Die Naturgeſchichte, Chemie und Mathematik ſind demnach die Grundwiſſenſchaften, worauf die Naturlehre gebauet werden muß.

§. 12.

Demjenigen, welcher ſich auf dieſe Weiſe die Naturlehre gründlich bekannt macht, werden die Unterſuchungen von den Eigenſchaften der körperlichen Dinge nützliche Betrachtungen über die Abſichten derſelben darbiethen, und ihm die ſchönſten Beweiſe von dem Daſeyn eines allweiſen, gütigen und majeſtätiſchen Weſens geben, von welchem alle dieſe Dinge ihren Urſprung erhalten haben. Eben die Naturlehre lernt uns erſt diejenigen Körper kennen, welche wir theils zu unſerer Erhaltung, theils zu unſerer

Bequemlichkeit, und auch theils zu unſerm Vergnügen gebrauchen, und macht uns dadurch unſer Leben angenehmer; ſie lehret uns ferner diejenigen Körper kennen, welche unſerer Geſundheit ſchädlich ſind, und ſtürzt den ſo ſehr verderblichen Aberglauben. Vorzüglich aber führt ſie uns zur Demuth und Beſcheidenheit, und zeigt, daß unſer Wiſſen gar ſehr eingeſchränkt iſt, ſie bietet aber auch Stoff genug dar, die Kräfte unſeres Verſtandes durch neue Unterſuchungen zu ſchärfen und zu vervollkommnen.

§. 13.

Die Eigenſchaften der Körper laſſen ſich vorzüglich unter drey Claſſen bringen:

1. ſind ſie ſolche, welche bey allen Körpern unausſchließlich anzutreffen ſind, und daher nothwendig zum Daſeyn derſelben gehören.

2. ſind ſie ſolche, welche zwar bey allen Körpern angetroffen werden, die aber davon weg ſeyn können, ohne daß ſie aufhören Körper zu ſeyn.

3. ſind ſie ſolche, welche man nur bey dieſem oder jenem Körper antrift, oder welche ſie unter gewiſſen Umſtänden bekommen.

Daher läßt ſich die Phyſik in zwey Haupttheile abtheilen, nemlich in die allgemeine (phyſica generalis), und in die beſondere Phyſik (phyſica ſpecialis). Die erſtere theilet ſich wieder in zwey Nebenabtheilungen ab, nemlich erſtlich in die Kenntniß ſolcher Eigenſchaften, welche nothwendig zum Daſeyn der Körper gehören, und zweytens in die Kenntniß ſolcher Eigenſchaften, welche man zwar bey allen Körpern antrift, jedoch aber weggedacht werden können, ohne daß die Körper aufhören Körper zu ſeyn.

ſeyn. Die beſondere Naturlehre beſchäftiget ſich mit Aufſuchung der beſondern Eigenſchaften der Körper, welche dieſen oder jenen Körpern in concreto zukommen.

§. 14.

Was kurz die Geſchichte der Naturwiſſenſchaft anlangt, ſo findet man, daß ſie ſchon in den älteſten Zeiten iſt bearbeitet worden. Vorzüglich aber wurde die phyſiſche Aſtronomie mehr als die übrigen Theile der Phyſik getrieben. *Plinius ſecundus* in hiſtor. natur. lib. 17. cap. 26. erzählet, daß unter den Chaldäern Jupiter Belus der erſte geweſen ſey, welcher die Aſtronomie bearbeitet hat. Um das Jahr 1800 ſoll Zoroaſter die magiſchen Künſte zuerſt erfunden haben. Unter den Griechen lehrten vorzüglich die Phyſik 3400 Thales Mileſius, der Stifter der berühmten joniſchen Schule, 3475 Pythagoras, 3500 Democrites, 3638 Plato, 3664 Ariſtoteles, 3700 Zeno und 3900 Epikurus. Hierauf wurde die Schule von Alexandrien geſtiftet, in welcher ſich vornemlich Euklides 300 Jahr vor Chr. Geb. Archimedes 250 Jahr vor C. G. Hipparchus 160 J. v. C. G. und Clodius Ptolemäus im 2ten Jahrhund. nach Chriſti Geburt berühmt machten.

Nach der babyloniſchen Gefangenſchaft eigneten die Juden die Wirkungen der natürlichen Dinge den Geiſtern zu.

Unter den Römern trieben die Naturwiſſenſchaft vorzüglich Lucrez, welcher ſich in ſeinen 6 Büchern de rerum natura als einen Anhänger des Epikurs ausgiebt, Seneca und Plinius der ältere im

1ſten Jahrhund. nach Chriſti Geburt. Mit dem Verfall des römiſchen Reichs aber fiel auch die Naturlehre und die ſtoiſche Philoſophie.

Nach der großen Barbarey erhielt ſich die Phyſik noch bey den Arabern, unter welchen ſich vorzüglich hervorthaten **Muhamed Ebn Muſa, Mashalia, Muhamed ben Geber Albatani, Thebit ben Chara, Azophei** u. a. m. Die mehrſten unter den Arabern aber waren unwiſſende Anhänger des Ariſtoteles. Nur einige wenige beſchäftigten ſich gründlich mit der Phyſik, und wurden daher als Zauberer angeſehen.

Im 13ten Jahrhund. lehrte **Albert Magnus** die Phyſik, und **Rogerus Baco** beſchrieb ſchon das Schießpulver, deſſen Erfindung ſonſt dem **Bertholdus Schwarz** im 14ten Jahrhunderte zugeſchrieben wird. Im 14ten Jahrhunderte machte **Flavio Giojas** die Magnetnadel zum Gebrauch der Schiffer bekannt. Um dieſe Zeit fing man auch an, die Experimentalphyſik zu treiben. Ueberhaupt erhielt zu dieſer Zeit die Phyſik ſchleunige Fortſchritte, indem ſelbige vorzüglich bearbeiteten **Nicol. Copernikus** im 15ten; **Tycho de Brahe** im 16ten; **Franz Baco de Verulam** im 16ten; **Galiläo Galilei** im 16ten; **Joh. Kepler** im 16ten; **Peter Gaſſendi** im 16ten; **Willebrord Snellius** im 17ten; **Robert Boyle** im 17ten; **Evangeliſta Toricellius** im 17ten; **Otto von Guerike** im 17ten; **Renat des Cartes** im 17ten; **Merſennus, Gregorius, Hugenius, Brand** und **Kunkel, Leibnitz, Newton, Sinclair, Morland, Klaus Borichius** im 17ten und **Homberg** im 18ten Jahrhunderte. Ueberhaupt fing man im 18ten Jahrhunderte die Mathematik mehr auf die Naturlehre anzu

anzuwenden, und bearbeitete den mathematiſchen Theil dieſer Wiſſenſchaft. Auch fieng man an, in dieſem Jahrhunderte für die Electricität neue Unterſuchungen anzuſtellen; 1746 erfand Kleiſt die electriſche Lampe, und 1752 erwies Daliberd die Electricität der Gewitterwolken. In der Mitte dieſes Jahrhunderts fieng man endlich an die Chemie mehr auf phyſikaliſche Unterſuchungen anzuwenden, wozu vorzüglich die Lehre vom Lichte und Feuer, und die von Prieſtley und anderer erfundenen verſchiedenen Luftarten Anlaß gaben.

§. 15.

Einige phyſikaliſche Schriften.

1. Syſteme und Lehrbücher.

1. Traité de phyſique par *Jaq. Rohault*. à Paris 1673. 12. T. I. II. *Jac. Rohaulti* tractatus phyſicus lat. vert. etc. *Samuel Clarcke* cum animadverſionibus *Antonii le Grand*. Amſtelod. 1708. 8. Lond. 1711.
2. *Fabri Honorati* phyſica in decem partes diviſa. Lugd. 1670. 4.
3. *Keilii* introductio ad veram phyſicam. Oxon. 1705.
4. *Newtoni* philoſophiae naturalis principia mathematica. Lond. 1687. 4.
   Eadem perpetuis commentariis illuſtrata ſtudio P. P. *Jaquier* et *le Seur*. Genevae 1739. 4. 1750. 4. T. I-IV.
5. *Sturmii* phyſica electiva ſ. hypothetica. Norimb. 1697-1722. 4. T. I. II.
6. *Ejusd.* collegium experimentale ſ. curioſum. Norimb. 1676-1685. 4. Pars I. II.
7. Phyſices elementa mathematica, experimentis confirmata auctore *Guil. Jac. s'Graveſande*. Leidae 1719. 4. 1744. T. I. II. 4.
8. Chriſt. Wolfs Verſuche zu genauerer Kenntniß der Natur und Kunſt. Halle 1721 und 1723. 8. Bd. I-III.

9. Ebendeſſ. vernünftige Gedanken von den Wirkungen der Natur. Halle 1723. 8.
10. Ebendeſſ. vernünftige Gedanken von den Abſichten der natürlichen Dinge. Halle 1724. 8.
11. Ebendeſſ. vernünftige Gedanken von dem Gebrauche der Theile in den Menſchen, Thieren und Pflanzen. Halle 1725. 8.
12. Scheuchzers Naturwiſſenſchaft. Zürch 1711. 8.
13. *Petr. v. Muſchenbroek* elementa phyſices. Lugd. Batav. 1734. 8.
14. Ejusd. introductio ad philoſophiam naturalem. Lugd. Batav. 1762. 4 maj.
15. *Geor. Erh. Hambergeri* elementa phyſices. Jenae 1741. 8.
16. Leçons de phyſique experimentale p. M. l'Abbé *Nollet*. à Paris 1743. u. f. gr. 12. T. I - VI.
Des Hrn. Abts Nollet Vorleſungen über die Experimentalnaturlehre, aus dem Franzöſ. Erfurt 1749 — 1764. Theil 1 — 6. 8.
17. Joh. Andr. Segners Einleitung in die Naturlehre. Göttingen 1746. 8. 1754. 1770.
18. *Geo. Wolfg. Kraftii* praelectiones in phyſicam theoreticam. Tubing. 1750. 8. in phyſicae partes mathematicas. P. II. 1751. 8. in phyſicae partes opticas et his cognatas. P. III. 1754. 8.
19. Joh. Pet. Eberhardts erſte Gründe der Naturlehre. Halle 1752. 5te Aufl. 1787. 8.
20. Ebendeſſ. Sammlung der ausgemachten Wahrheiten in der Naturlehre. Halle 1758. 8.
21. Leçons de phyſique experimentale p. M. *Sigaud de la Fond*. à Paris 1767. T. I. II. 12.
Anweiſung zur Experimentalphyſik, aus dem Franzöſ. des Hrn. Sigaud de la Fond. Dresden 1774. Th. I. II. gr. 8.
Ebendeſſelben elemens de phyſique theorique et experimentale. à Paris 1777. T. I - IV.
22. Laur. Joh. Dan. Suckows Entwurf einer Naturlehre. 2te Aufl. Jena 1782. 8.
23. Kurze Anweiſung und Anfangsgründe der Naturlehre zum Gebrauch der Schulen von Joh. Jak. Ebert. Leipz. 1775. 8.

24.

24. Anfangsgründe der Naturlehre von Joh. Chr. Polyk. Erxleben. Götting. 1772. 8. 1777. 8. mit Zuſätzen von G. C. Lichtenberg 1784. 8. 1787. 8. 1791. 8. 1794. 8.
25. Anfangsgründe der Naturlehre von Wenzesl. Joh. Guſt. Karſten. Halle 1780. 8. 1790. 8.
26 Ebendeſſ. Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur. Halle 1783. 8.
27. Ebendeſſ. kurzer Entwurf der Naturwiſſenſchaft. Halle 1785. 8.
28. Grundlage zu meinen Vorleſungen über die Experimentalphyſik von Markus Herz. Berlin 1787. 8.
29. Metaphyſiſche Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft, von Immanuel Kant. 2te Aufl. 1787. 8.
30. Grundriß der Naturlehre von Friedr. Albr. Gren. Halle 1788. 8. 1793. 8.
31. Gr. Sim. Klügels Anfangsgründe der Naturlehre in Verbindung mit der Chemie und Mineralogie. Berlin und Stettin 1792. 8. und in deſſen Encyclopädie, 2te Aufl. Th. II. Berlin und Stettin 1792. 8.
32. Vorleſungen über die Experimentalphyſik von F. C. Achard. Th. I-IV. Berlin 1791. 8.
33. Grundriß der Vorleſungen über die Experimentalnaturlehre, von P. Maximus Imhof. München 1795. 8. Th. I-II.
34. A. W. Hauch's Ritters von Danebrog, Hofmarſchalls ꝛc. Anfangsgründe der Naturlehre, unter eigener Durchſicht des Herrn Verfaſſers, aus dem Däniſchen überſetzt von D. J. Cl. Tode, I. Theil. 1795. II. Theil 1795. Koppenhagen und Leipzig. 8.
35. Ebendeſſ. Anfangsgründe der Experimentalphyſik, aus dem Däniſchen überſetzt, mit wenigen Anmerkungen begleitet, von B. H. Tobieſen. Schleßwig 1795. 1r Theil. 2r und letzter Theil. 1796. 8.

2. Wörterbücher.

Phyſikaliſches Wörterbuch, oder Verſuch einer Erklärung der vornehmſten Begriffe und Kunſtwörter der Naturlehre in alphabetiſcher Ordnung von Joh. Sam. Traug. Gehler. Th. I. Leipz. 1787. Th. II. 1789. Th. III. 1790. Th. IV. 1791. Th. V. Supplemente von A — Z. mit Kupfern. 1795. 8.

3. Vermiſchte Schriften.

1. *L. An. Senecae* quaeſtionum naturalium L. VII. Venet. 1522. ap. Ald.
2. *Franc. Bac. de Verulamio* ſcripta in naturali et univerſa philoſophia. Amſtelod. 1653. 12.
3. *Galilaei Galilaei* opera omnia. Bonon. 1656. 4. T. I. II.
4. *Rob. Boyle* opera varia. Genev. 1677. 4.
5. *Ren. des Cartes* opera omnia. Amſtelod. 1692. 1701. 4. T. I-IX.
6. *Chriſt. Hugenii* opera varia cura *Guil. Jac. S'Graveſande.* Lugd. Batav. 1724. 4. T. I. II.
   Ejusd. opera reliqua. Amſtelod. 1728. 4. T. I. II.
7. Oeuvres de Mr. *Mariotte.* à Leide 1717. 4. T. I. II.
8. *Pet. v. Muſchenbroeck* phyſicae experimentales et geometricae diſſertationes. Lugd. Batav. 1729. 4.
9. *Bernoulli* opera omnia. Lauſ. et Genev. 1742. 4. T. I - IV.
10. *Leonh. Euleri* opuſcula varii argumenti. Berol. 1746. 1750. 1751. 4. T. I - III.
    Ebendeſſ. lettres à une princeſſe d'Allemagne ſur divers ſujets de phyſique et de philoſophie. T. I-III. à Mitau 1770 - 1774. 8. nouvel. edit. p. M. de *Condercet* et de la *Croix.* à Paris T. I. 1787. T. II. 1788. 8 maj.
    Briefe an eine deutſche Prinzeſſin über verſchiedene Gegenſtände aus der Phyſik und Philoſophie. I - III. Th. Leipz. 1769 — 1774. gr. 8. Neue Ausgabe von Fr. Kries. B. I. Gotha 1792. gr. 8.
11. *Goth. Guil. Leibnitzii* opera omnia collecta ſtudio *Ludo. Dutens* Genev. 1768 4. T. I - IV. (Tom. II. Par. I. continens phyſica; Tom. III. continens mathematica.)
12. Georg Chriſt. Silberſchlags ausgeſuchte Cloſterbergiſche Verſuche in der Naturlehre und Mathematik. Berlin 1768. 8.
13. *Abr. Goth. Käſtner* diſſertationes mathematicae et phyſicae. Altenb. 1771. 4.
14. Recherches ſur la modification de l'atmosphere p. *Jea. And. de Luc.* T. I. II. Genev. 1772. gr. 8.
    Joh. And. de Lüc Unterſuchungen über die Atmoſphäre, und die zu Abmeſſung ihrer Veränderungen dienlichen Werkzeuge, a. d. Franz. Th. I. II. Leipz. 1776. 1778. 8.

15.

15. Ebendeſſ. Idées ſur la meteorologie T. I. II. à Lond. 1786. 8.
Neue Ideen über die Meteorologie von J. A. de Lüc, aus d. Franz. Th. I. II. Berlin und Stettin 1787. 1788. 8.
16. Voyages dans les Alpes p. *Horace Bened. de Sauſſure.* T. I-IV. à Genev. 1780-1786. gr. 8.
Horat. Bened. v. Sauſſure Reiſen durch die Alpen, aus d. Franz. Leipzig 1781 — 1788. B. I-IV. 8.
17. Fr. Carl Achards chemiſch-phyſiſche Schriften. Berlin 1780. 8.
18. Deſſelben Sammlung phyſikaliſcher und chemiſcher Abhandlungen. B. I. Berlin 1784. 8.
19. Experiments and obſervations on different Kinds of Air by *Joſ. Prieſtley.* Lond. 1774. 8. 1775. 8. Vol. II. 1775. Vol. III. 1776. 8.
Dr. Joh. Prieſtley Verſuche und Beobachtungen über verſchiedene Gattungen der Luft, a. d. Engl. Th. I. Wien und Leipzig 1778. 8. Th. II. 1779. Th. III. 1780. 8.
20. Ebendeſſ. Experiments and obſervations relating to various branches of natural philoſophy; with a continuation of the obſervations on air. Lond. 1779. Vol. II. Birmingh. 1781. 8. Vol. III. Birmingh. 1786. 8.
Dr. Joh. Prieſtley Verſuche und Beobachtungen über verſchiedene Theile der Naturlehre, aus dem Engl. Leipzig 1780. B. II. Wien und Leipzig 1782. 8.
21. Opuſcules phyſiques et chymiques p. Mſr. *Lavoiſier* T. I. II. à Paris 1774. 8.
Hrn. Lavoiſier phyſikaliſch-chemiſche Schriften, aus dem Franz. von Chr. Ehrenfr. Weigel. B. I. Greifswalde 1783. 8. B. II. 1785. 8. aus dem Franz. geſammlet und überſetzt mit Anmerkungen von ebendemſelben. B. III. Greifsw. 1785. 8. von F. Link. B. IV. Greifswalde 1792. 8.
22. Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſchichte von einigen Liebhabern dieſer Wiſſenſchaften. B. I. Leipzig 1779. 8. B. II. 1782. B. III. 1787. B. IV. 1792.

4. Magazine und Journale.

1. Journal des ſavans, à Paris 1665. u. f.
2. Hamburgiſches Magazin, oder geſammlete Schriften zum Unterrichte und Vergnügen aus der Naturforſchung und den ange-

angenehmen Wiſſenſchaften überhaupt. Hamb. 1747-1763. 1 — 26 Band. 8.

Neues Hamburg. Magazin. Hamburg 1767. u. f.

3. Magazin für das neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte, herausgegeben von Lichtenberg, fortgeſetzt von Voigt.

4. Lor. Crell chemiſches Journal. Lemgo 1778 - 1780.

5. Deſſelb. neueſte Entdeckungen in der Chemie. Leipzig 1781 - 1784.

6. Deſſelb. chemiſche Annalen. Helmſt. u. Leipz.

7. Deſſelb. Beyträge zu den chemiſchen Annalen. Helmſt. und Leipzig.

8. Annales de Chymie ou recueil de memoires concernant la Chymie et les arts, qui en dependent p. MM. *de Morveau*, *Lavoiſier*, *Monge*, *Bertholet*, *de Fourcroi*, *le Baron de Dietrich*, *Haſſenfratz* et *Adet*. à Paris.

9. Journal der Phyſik, herausgegeben von D. F. A. C. Gren. Halle.

Erſter

Erſter Theil.

Allgemeine Phyſik.

Erſtes Kapitel.

Von den allgemeinen Eigenſchaften der Materie.

§. 1.

Die Erfahrung überzeuget uns, daß ein jeder wirklich vorhandener Körper in einem Raume enthalten ſey, welcher nach allen Seiten hin ſich erſtrecket, und in ſeine Gränzen eingeſchloſſen iſt. Es muß daher ein jeder Körper **Ausdehnung** beſitzen. Die Ausdehnung an den Gränzen eines Körpers bildet Flächen, welche demſelben eine **beſtimmte Figur** geben. Ausdehnung alſo und die daraus nothwendig entſtehende Figur ſind als ganz allgemeine Eigenſchaften eines Körpers zu betrachten, und gehören folglich zum Daſeyn deſſelben. Auſſer dem begränzten Raume iſt aber noch etwas da, welches verurſachet, daß kein anderer Körper in ſelbigem enthalten ſeyn könne, und dieſes Etwas nennt man **Materie.** Man iſt alſo genöthiget, der Materie eine **Undurchdringlichkeit** beyzulegen, die folglich auch als allgemeine Eigenſchaft derſelben gelten muß.

§. 2.

Wenn man ſich die Materie eines wirkliche Körpers wegdenkt, ſo erhält man die Vorſtellun des leeren Raums oder des geometriſche Körpers, welcher noch ausgedehnt iſt, ſeine Grän zen und ſeine beſtimmte Figur hat. Es iſt alſ Raum eine durchdringlich begränzte Ausdehnung Materie das, was dieſe Ausdehnung undurchdring lich macht, und Körper Materie im beſtimmte Raume, ſo weit es in die Sinne fällt.

Anmerk. Ob der Materie abſolute oder nur r lative Undurchdringlichkeit beygeleget werde muß, ſoll unten unterſucht werden.

§. 3.

Der Begriff von der Ausdehnung iſt ein einfa cher Begriff. Die gewöhnliche Erklärung, daß da Ausgedehnte aus neben einander geſetzten Theilen b ſtehe, will nichts weiter ſagen, als daß das Ausg dehnte aus etwas beſtehe, was ausgedehnt iſt.

§. 4.

In dem begränzten Raume eines Körpers gie es noch Theile, welche nicht aus Materie von eb der Art beſtehen, und welche Zwiſchenräume g nennet werden. Dieſe Zwiſchenräume können ab gleichwohl mit Materie angefüllet ſeyn, und es ka gar nicht durch phyſiſche Gründe bewieſen werde daß die allerfeinſten Zwiſchenräumchen leer ohne a Materie wären, wofern nicht die Vorausſetzung a genommen wird, daß die urſprüngliche Materie abſ lut undurchdringlich wäre, welches aber durch kei einzige Erfahrung beſtätiget werden kann.

§.

§. 5.

Der bloße Raum oder der geometriſche Körper muß als eine zuſammenhängende oder ſtetige Größe betrachtet werden d. h. in allen ſeinen Punkten ausgefüllt, und eben die Größe dieſes Raums, welchen ein phyſiſcher Körper einnimmt, heißt der **Inbegriff, Volum, Umfang** (volumen) und die Menge der Materie in dieſem beſtimmten Raume die **Maſſe**. Enthält nun der eine Körper bey einerley Umfange mehrere Materie als der andere, so ſagt man, der erſtere ſey **dichterer** als der andere. Da alſo die Dichtigkeit ein blos relativer Begriff iſt, ſo läßt ſich ſelbige auch bey einem einzelnen Körper nicht beſtimmen, ſondern man kann nur die Verhältniſſe der Dichtigkeiten angeben. Zu dem Ende müßte man die Dichtigkeit des einen Körpers zur Einheit annehmen, und nun unterſuchen, wie vielmal die Dichtigkeiten der andern Körper größer oder kleiner wären. Gewöhnlich werden zur Beſtimmung der Dichtigkeiten folgende Regeln feſtgeſetzet:

1. Solche Körper, welche gleiche Räume haben, verhalten ſich in ihren Dichtigkeiten wie ihre Maſſen.
2. Solche Körper, welche gleiche Maſſen haben, verhalten ſich in ihren Dichtigkeiten umgekehrt wie ihre Räume.
3. Solche Körper, welche ungleiche Maſſe und ungleiche Räume haben, verhalten ſich in ihren Dichtigkeiten wie die Produkte aus den Maſſen in die verkehrten Räume.

Es ſeyn die Maſſen zweyer Körper M, m, die Räume, V, v, und die Dichtigkeiten D, d, ſo hat man

nach 1. wenn $V = v$; $D : d = M : m$

nach 2. wenn $M = m$; $D : d = v : V$

Nimmt man nun noch einen dritten Körper an, deſſen Maſſe $= M$, Raum $= v$, und deſſen Dichtigkeit

$= \delta$, ſo ergiebt ſich nach eben angeführten Verhältniſſen

$$\begin{array}{l} \delta : d = M : m \quad \text{und} \\ D : \delta = v : V \quad \text{folglich} \\ \hline D : d = Mv : mV \end{array}$$

§. 6.

Alle dieſe Regeln gründen ſich auf die Vorausſetzung, daß die primitive Materie eine abſolute Gleichartigkeit beſitze, und daß kein anderer Unterſchied derſelben ſtatt finde, als durch die verſchiedenen Geſtalten der Grundkörperchen, woraus die mancherley ſpecifiſch verſchiedenen Materien erzeuget ſind. Wenn man aber nach dem Satze des zureichenden Grundes aus der Verſchiedenheit der Wirkungen der ſpecifiſch verſchiedenen Materien unter allen Umſtänden auch einen Schluß auf die weſentliche Verſchiedenheit von Urſachen zu machen berechtiget iſt; ſo kann man auch in dieſer Rückſicht auf eine weſentliche Ungleichartigkeit der Materien ſchließen. Weil nun ſolchergeſtalt die erſte Behauptung als Hypotheſe durch keine einzige Erfahrung beſtätiget werden kann, und es überdem die Natur verbietet, die Quantität der Materie anzugeben, ſo laſſen ſich eigentlich noch gar keine Verhältniſſe der Dichtigkeiten der verſchiedenen Körper angeben, ob es gleich im Gebrauche iſt. Denn es müſſen die Dichtigkeiten der Körper im Verhältniſſe gleichartiger Materien ſeyn nach Principien der Mathematik.

§. 7.

Schon der Begriff der Ausdehnung giebt zu erkennen, daß die Körper aus Theilen zuſammengeſetzet ſind, und die Erfahrung beſtätiget es auch, daß ein jeder Körper in Theile getheilet werden könne. Es iſt daher die Theilbarkeit der Körper als eine allge-

allgemeine Eigenſchaft derſelben zu betrachten. Ob aber die Materie ins Unendliche theilbar ſey, kann erſt weiter unten unterſucht werden; die Erfahrung kann hier weiter nichts thun als zeigen, daß die Theilung ſehr weit gehe. Daß die Theilbarkeit des Raums unendlich iſt, zeigt die Geometrie. Es ſey z. B. (Fig. 1.) bg parallel mit ae, und zwiſchen dieſen Parallelen das Dreyeck abc beſchrieben. Wenn man nun von dem Punkte a aus die Linien ad, af, ag u. ſ. ziehet, ſo wird das Dreyeck abc immer in kleinere Theile getheilet. Da aber die Linie bg über g hinaus bis ins Unendliche verlängert gedacht, und auf jeden Punkt dieſer unendlichen Linie aus a eine Linie gezogen werden kann, welche mit ae nie zuſammenfällt, weil ſonſt bg mit ae (wider die Vorausſetzung) nicht parallel wäre; ſo folgt, daß das Dreyeck dadurch in uuendlich viele Theile getheilet, und dieſe Theilung bis ins Unendliche fortgeſetzt werden könne. Allein von der unendlichen Theilbarkeit des Raums kann man noch nicht auf die unendliche Theilbarkeit der Materie im Raume ſchließen.

§. 8.

Wie weit die Theilbarkeit der Materie durch die Kunſt getrieben werden kann, beweiſen folgende Beyſpiele:

1. Die Dehnbarkeit des Goldes. Nach *Reaumur* kann ein Gran Gold zu $36\frac{1}{2}$ Quadratfuß Par. M. ausgedehnet werden. Wenn man nun auf jeden Zoll Länge 200 ſichtbare Theile rechnet, ſo wird ein jeder Quadratzoll 200.000 = 40000 Quadrate erhalten, welche mit bloßen Augen zu erkennen ſind. Es giebt aber $36\frac{1}{2}$ Quadratzolle, folglich $36\frac{1}{2}$. 40000 = 1460000 Quadrate, und weil das Blattgold auf beyden Seiten ſichtbar iſt, 2920000 mit den bloßen Augen erkennbare Theile an einem Grane Gold. Bey Vergüldung des Silbers in Verfertigung des Drahts zu den goldenen Treſſen iſt die ſichtbare Theilung noch größer. Nach

Angabe des Reaumür gebrauchet man zu einer cylindriſchen Stange Silber von 22 Zoll Länge und 15 Linien im Durchmeſſer eine Unze Gold zum Vergolden. Dieſe wird nach und nach durch engere Drahtzüge zu einer Länge von 110 franzöſiſchen Meilen ausgedehnet, deren Oberfläche verguldet iſt. Es wird alſo eine Unze Gold in 110 × 2000 = 220000 Toiſen oder 220000 × 6 = 1320000 Fuß oder 1320000 × 12 = 15840000 × 12 = 190080000 Linien ausgedehnet. Nimmt man nun auf jeder Linie nur 12 erkennbare Theile an, und unterſcheidet wenigſtens zwey Flächen auf dem Drahte, ſo wäre die Unze Gold in 2 . 12 . 190080000 = 4561920000 ſichtbare Theile zerriſſen.

Reaumur in Memoir. de l'Academie royale des ſcienc. de Paris 1713. S. 203 ff.

2. Riechende Dinge. Wenn eine Cubiklinie Lavendelöl zur Ausdünſtung gebracht wird, ſo kann dadurch ein Zimmer von riechbaren Theilen erfüllet werden. Geſetzt es wäre die Länge des Zimmers 18 Fuß und auch die Breite 18 Fuß, und die Höhe 10 Fuß, mithin der ganze körperliche Inhalt des Zimmers = 18. 18. 10 = 3240 Cubikfuß = 466560 Cubiklinien. Nimmt man nun in einer Cubiklinie nur 4 riechbare Theile an, ſo würde eine Cubiklinie in 1866240 riechbare Theile zerriſſen. M. ſ. *Rob. Boyle* de mira effluviorum ſubtilitate. c. 2.

3. Die Pigmente. Wenn ein Gran Carmin mit 10 Pfund Waſſer übergoſſen wird, ſo wird ſelbiges ganz roth gefärbet. Rechnet man 1 Pfund zu 7680 Grän, und das Gewicht eines Tropfen Waſſers etwa 1 Grän, ſo betragen 10 Pfund 76800 Grän. Nimmt man nun im Durchmeſſer des Tropfens nur 10 erkennbare Theile an, mithin im ganzen Tropfen 1000 ſolcher Theile, ſo wird 1 Gran Carmin wenigſtens in 76800000 Theile getheilet. M. ſ. *Muſchenbroek* introductio ad philoſ. natur. §. 72. n. 4. 5.

4. Die metalliſchen Niederſchläge. Wenn man 4 Gran Eiſenvitriol in 4 Pfund Waſſer auflöſet, und zu dieſer Auflöſung ein wenig geiſtige Galläpfeltinktur träufelt, ſo wird ſelbige durchaus ſchwarz. Es wägen alſo nach Angabe der vorigen Num. 4 Pfund Waſſer 30720 Grän.

Grän. In 4 Grän Eiſenvitriol iſt kaum 1 Gran Eiſen, demnach wäre 1 Gran Eiſen in 30720000 ſichtbare Theile zerriſſen.

§. 9.

Wenn die Theile eines Körpers, welche durch die phyſiſche Theilung entſtehen, ihren Eigenſchaften und ihrer Natur nach nicht allein unter einander, ſondern auch dem Ganzen ähnlich ſind, ſo heißt ein ſolcher Körper **gleichartig**. Sind im Gegentheil die Theile weder unter ſich noch dem Ganzen in Anſehung der Natur und der Eigenſchaften ähnlich, ſo heißt ein ſolcher Körper **ungleichartig**. Die Theile eines gleichartigen Körpers ſind demnach nur in Anſehung ihrer Größe von dem Ganzen, wovon ſie herrühren, verſchieden. Ungleichartige Körper aber ſind dem Begriffe nach mehr als eine Menge mehrerer mit einander vermengter Körper, und ein jeder Theil davon als ein für ſich beſtehendes Ganzes zu betrachten. Beyſpiele von gleichartigen Körpern geben reines Waſſer, reine Metalle u. d. gl. von ungleichartigen Körpern aber Porphyr, Granit, ein aus Mörtel und Stein vermengter Körper u. ſ. f.

§. 10.

Solche Körper, deren Materie unſerm Geſichte durchaus gleichartig erſcheinet, können immer noch aus ungleichartigen Stoffen zuſammengeſetzt ſeyn. Die Chemie zeigt dergleichen ungleichartige Stoffe, welche in ihrer Verbindung einen dem Anſehen nach völlig gleichartigen Körper bilden, gehörig von einander zu ſcheiden und beſonders darzuſtellen. So beſtehen z. B. Glas aus dem feuerbeſtändigen Laugenſalze und der Kieſelerde, Zinnober aus dem Queckſilber und Schwefel, Spiesglas aus dem Spiesglaskönig und Schwefel u. ſ. f.

§. 11.

§. 11.

Man muß daher die phyſiſche Theilung von der chemiſchen gar wohl unterſcheiden; bey jener erhält man bey gleichartigen Körpern ſolche Theile, welche ſowohl unter ſich, als dem Ganzen in ihrer Natur nach ähnlich, in Anſehung der Größe aber von einander verſchieden ſind. Solche Theile heißen **gleichartige Theile** (partes ſimilares), **Theilganze, Ergänzungstheile, Grundmaſſen** (partes integrantes). Die chemiſche Theilung hingegen liefert ſolche Theile, welche weder dem Ganzen noch unter ſich ſelbſt in ihren Eigenſchaften und in ihrer Natur ähnlich ſind, ſondern nur in ihrer Verbindung das Ganze geben. Dieſe Theile heißen **ungleichartige** (partes diſſimilares), **Grundſtoffe, Beſtandtheile** (partes conſtituentes, conſtitutivae).

§. 12.

Die phyſiſche Theilung, wodurch gleichartige Körper in gleichartige Theile zerleget werden, heißt auch die **mechaniſche Theilung**. Sie geſchiehet allemal durch Anwendung einer äußern Kraft als durchs **Zerſtampfen, Zerſtoßen, Zerſchlagen, Zerſchneiden, Zerreiben** u. ſ. f. Die Theilung der Körper in ungleichartige Theile hingegen, welche **Scheidung, Zerlegung** und **Zerſetzung** genennet wird, kann blos durch chemiſche Mittel bewerkſtelliget werden.

§. 13.

Die Grundſtoffe, welche durch die Scheidung erhalten werden, ſind mehrentheils noch nicht ſo einfach, daß ſie aus weiter keinen ungleichartigen Beſtandtheilen beſtehen ſollten. Enthalten dieſe wirklich noch ungleichartige Stoffe, ſo heißen ſie **nähere Beſtand-**

ſtandtheile (partes conſtitutivae proximae, principia proxima), und ihre weitern ungleichartigen Theile heißen die **entferntern Beſtandtheile** (partes conſtitutivae remotae, principia remota). Diejenigen Beſtandtheile, welche aus weiter keinen ungleichartigen Theilen zuſammengeſetzet ſind, nennt man **Elemente, Urſtoffe, Uranfänge** (principia prima, elementa). So beſteht z. B. der Zinnober aus Queckſilber und Schwefel, und dies ſind die nächſten Beſtandtheile; allein die Beſtandtheile des Queckſilbers und des Schwefels ſind die entferntern Beſtandtheile.

§. 14.

Es hat aber die chemiſche Kunſt bey weiten noch nicht ſo weit gebracht, viele Stoffe in andere ungleichartige Beſtandtheile zu zerlegen. Dies berechtiget uns jedoch nicht, ſie als Elemente aufzuführen und gelten zu laſſen. Einige davon könnten es ſeyn, aber gewiß nicht alle. Ueberhaupt iſt es ganz unmöglich, eine beſtimmte Anzahl von Elementen feſtzuſetzen, und es ſind auch darüber die Naturforſcher nicht einig. Es heißt gewiß der Natur Gewalt anthun, die Verſchiedenheiten der Körper nur aus ſehr wenigen Elementen abzuleiten. Die **Peripathetiker** zählen vier Elemente, nemlich Waſſer, Feuer, Luft und Erde; **Becher** nahm als Elemente das Waſſer und drey verſchiedene Erden an, welche er glasartige (terra prima) entzündliche (terra ſecunda) und **merkurialiſche** (terra tertia) nennt. Die Alchimiſten betrachten folgende Stoffe als elementariſch, den **Merkurius**, das **Phlegma**, das Salz, den **Schwefel** und die **Erde**. Die neuere Chemie ſieht folgende Stoffe als elementariſche Subſtanzen an: den Wärmeſtoff (calorique), den Lichtſtoff (lumière), den Waſſerſtoff, (hydrogène), den

Sauer-

Sauerſtoff (oxygène), den Stickſtoff (azote), den Kohlenſtoff (carbone), den Schwefel (ſoufre), Stoff der Kochſalzſäure (radical muriatique), Stoff der Flußſpatſäure (radical fluorique), Stoff der Boraxſäure (radical boracique), Phosphor (phoſphore), die Kieſelerde (ſilice), die Kalkerde (chaux), Talkerde (Magneſie), Thonerde (Alumine), Schwererde (Baryte), Zirkonerde (Jarqon), Corunderde, Auſtralerde, Gewächsalkali (potaſſe), Mineralalkali (ſoude), das Gold (or), die Platina (platine), Silber (Argent), Queckſilber (mercure), Bley (plomb), Kupfer (cuivre), Eiſen (fer), Zinn (etain), Zink (Zinc), Wismuth (Bismuth), Spiesglanz (Antimoine), Nickel (Nickel), Kobalt (Cobalt), Arſenik (Arſenic), Braunſteinmetall (Manganeſe), Molybdän (Molybdene), Wolframmetall (Tungſtène), Uranium (Uranite).

Zweytes Kapitel.

Von der Bewegung der Materie und den Grundkräften derſelben.

---

§. 15.

Ein jeder phyſiſcher Körper muß irgendwo in der Welt anzutreffen ſeyn, und eben dieſes Wo beſtimmt ſeine Stelle oder ſeinen Ort. Eine ſtete Veränderung des Ortes heißt Bewegung. Die Erfahrung beſtätiget es, daß es keinen Körper giebt, welcher der Bewegung unfähig wäre; daher iſt man auch genöthiget, die Beweglichkeit der Körper als eine allge-

allgemeine Eigenſchaft derſelben zu betrachten. Man kann alſo auch die **Materie** als das Bewegliche im Raume erklären. Da wir von der Beweglichkeit der Materie im Raume nicht anders als durch Erfahrung überzeuget werden, in aller Erfahrung aber etwas empfunden werden muß, ſo folgt, daß ſelbſt der Raum, in welchem über Bewegungen Erfahrungen angeſtellet werden ſollen, empfunden werden müſſe, und eben dieſer Raum als empfindbares Objekt, heißt der **materielle** oder **empiriſche Raum**. Dieſer Raum als materiell iſt alſo ſelbſt beweglich. Ein beweglicher Raum aber ſetzt einen andern materiellen Raum voraus, worin ſeine Bewegung wahrgenommen werden kann, dieſer wieder einen andern u. ſ. f. bis ins Unendliche. Hieraus folgt alſo, daß alle Bewegung, welche wir erfahren, blos relativ iſt. Ein **abſoluter Raum** d. i. ein ſolcher, welcher nicht materiell iſt, mithin auch kein Gegenſtand der Erfahrung ſeyn kann, hat gar keine Realität, und iſt folglich an ſich nichts, ſondern er bedeutet nur einen jeden andern relativen Raum, in welchem der gegebene als bewegt angenommen, und welcher, wenn es nöthig iſt, unendlich weit hinausgeſetzet werden kann. Weil man nun von einem ſolchen Raume, welcher an und für ſich materiell iſt, in Gedanken von der Materie, die ihn bezeichnet, abſtrahiret, ſondern ſich blos alle Bewegung darin gedenkt, ſo ſtellt man ſich ihn als einen abſoluten oder reinen Raum nur vor, und nimmt ihn völlig als unbeweglich an.

§. 16.

Die Bewegung eines Körpers iſt in Anſehung auf die Veränderung oder Lage anderer Körper entweder eine **eigene** (proprius) oder **gemeinſchaftliche** Bewegung (communis). Bey jener verändert ein einziger Körper ſeinen Ort gegen die übrigen,

bey dieſer aber bewegen ſich alle Körper zugleich mit. Wenn alſo verſchiedene Körper eine gemeinſchaftliche Bewegung beſitzen, welche alle einerley Lage gegen einander behalten, ſo können wir auch die Bewegung gar nicht wahrnehmen, es ſcheint uns, als wenn gar keine Bewegung ſtatt hätte. Nur diejenigen Körper ſcheinen ſich zu bewegen, welche ſich von andern Körpern, die ſcheinbarlich ruhen, entweder entfernen oder ſich denſelben nähern. Dieſe Bewegung nennt man daher auch die **ſcheinbare Bewegung.**

§. 17.

Ein jeder Körper, welcher in Bewegung iſt, muß nothwendig andere und andere Theile des Raums, in welchem er ſich beweget, einnehmen, und eben die Länge dieſes Raums, welchen ein Körper durchläuft, nennt man ſeinen **Weg.** Wenn ſich alle Theile eines Körpers auf einerley Art bewegen, ſo braucht man nur die Bewegung eines einzigen phyſiſchen Punktes zu betrachten, und man kann ſelbſt den Körper als einen einen einzigen Punkt ſich vorſtellen. Den Weg alſo, welchen ein Körper in dieſer letzten Vorausſetzung durchläuft, kann man als eine Linie annehmen, welche ſowohl gerade als krumm ſeyn kann. Iſt der Weg eine gerade Linie, ſo heißt alsdann die Lage dieſer geraden Linie die **Richtung** der Bewegung, iſt aber der Weg eine krumme Linie, ſo ändert der Punkt ſeine Richtung beſtändig, und wenn er ſich in dem Augenblicke in einem Punkte der krummen Linie befindet, ſo kömmt ſeine Richtung mit derjenigen geraden Linie überein, welche die krumme Linie in dieſem Punkte berühret, und von nun an in dieſer Linie ſich fortbewegen würde, wenn ſein Weg ſich nicht von eben dieſem Augenblicke an weiter krümmte.

§. 18.

Wenn ein phyſiſcher Punkt in Bewegung iſt, ſo wird allemal eine Zeit erfordert, binnen welcher er aus der einen Stelle in die andere übergehet. Man ſetze den ganzen Weg, welchen der Punkt durchläuft, = S, und die Zeit, die er dazu gebrauchet, = t, ſo erhellet, daß er in jedem Augenblicke bey der Bewegung eine Zeit erfordert, welche ein Theilchen von t iſt. Hat nun der Punkt den ganzen Weg S zurückgeleget, ſo wird auch die Summe aller Zeittheilchen, welche er dazu gebrauchet hat, = t ſeyn müſſen. Die Vergleichung des Raums und der Zeit giebt den Begriff von der Geſchwindigkeit. Man verſteht darunter den Weg, welchen der Punkt in einer als Eins angenommenen Zeit zurückeleget.

§. 19.

Bey der Bewegung eines Punktes ſind entweder bey gleichen Zeittheilchen die Geſchwindigkeiten gleich groß oder nicht. In jenem Falle heißt die Bewegung **gleichförmig**, in dieſem aber **veränderlich**. Bey der veränderten Bewegung wird entweder in jedem folgenden gleichen Zeittheilchen die Geſchwindigkeit größer oder kleiner. In dem erſten Falle heißt die Bewegung eine **beſchleunigte**, im andern eine **verzögerte Bewegung**. Bey beyden kann die Zu- und Abnahme gleich groß oder ungleich groß ſeyn, da ſodann die Bewegung **gleichförmig** oder **ungleichförmig beſchleunigt**, und **gleichförmig** oder **ungleichförmig verzögert** genannt wird.

§. 20.

Wenn man von der Bewegung der Körper gründlich urtheilen will, ſo iſt vor allen Dingen nöthig, diejenigen Geſetze aufzuſuchen, bey welchen dem Körper keine andere Eigenſchaft als die Beweglichkeit

beygeleget wird. In dieſer Vorausſetzung kann alſo ein jeder Körper als ein Punkt betrachtet werden, und man nimmt noch gar keine Rückſicht auf die Größe des Beweglichen d. i. auf die Menge der Materie, oder auf ſonſtige innere Beſchaffenheit deſſen, ſondern man hat es ganz allein mit der Bewegung, d. i. mit der Geſchwindigkeit und Richtung zu thun. Die erſten Unterſuchungen alſo, welche nunmehr angeſtellet werden ſollen, gehören zur **reinen Größenlehre der Bewegung.**

§. 21.

Ruhe iſt Beharrlichkeit an demſelben Orte, **Beharrlichkeit** aber iſt der Zuſtand deſſen, was eine Zeit hindurch dauert.

§. 22.

Man nehme an, ein Körper bewege ſich mit gleichförmiger Geſchwindigkeit in einer gegebenen Zeit von a (Fig. 2.) bis b, ſo wird er in jedem Punkte dieſer Linie einen Augenblick ſeyn. Unmöglich kann er aber in einem ſolchen Punkte als ruhig betrachtet werden, denn er iſt nur in ſo fern daſelbſt gegenwärtig, als er ſich bewegt. Man nehme ferner an, der Körper bewege ſich mit gleichförmiger Geſchwindigkeit zuerſt von a nach b, und in gleicher Zeit von b nach a zurück, ſo daß auch nicht der kleinſte Theil der Zeit auf die Gegenwart des Körpers in b verwendet wird, ſo läßt ſich die Bewegung von b nach a ohne den geringſten Zuwachs der Bewegungen in die Bewegung nach der Richtung b c welche mit a b in gerader Linie liegt, verwandeln, und es wird ſodann der Körper nach dem vorigen in b nicht als ruhig, ſondern als bewegt angenommen werden müſſen. Hieraus folgt alſo, daß er auch in der von b nach a zurückkehrenden Bewegung in b als bewegt angeſehen werden muß, obgleich in dem Augenblicke, da beyde Bewegungen in b gemein ſind, ein völliger Mangel der Bewegung

gedacht werden muß. Wenn alſo Ruhe als Mangel der Bewegung erkläret würde, ſo würde in einem jeden Punkte wie z. B. in b der gleichförmigen Bewegung Ruhe ſtatt finden, weil nach der Vorausſetzung auch nicht der kleinſte Theil der Zeit, wie bey der fortſchreitenden Bewegung auf die Gegenwart des Körpers verwendet wird. Dagegen ſtelle man ſich vor, der Körper bewege ſich von a nach b mit gleichförmig verzögerter und von b nach a zurück mit gleichförmig beſchleunigter Bewegung, ſo wird er in dem Augenblicke, da er in b angelangt iſt, ſeine Geſchwindigkeit verloren haben, und von eben dieſem Augenblicke an eine der vorigen Bewegung entgegengeſetzte mit gleichförmig beſchleunigter Geſchwindigkeit erhalten. Ob nun gleich hier ebenfalls wie bey der gleichförmigen Bewegung in dem Punkte b beyde Bewegungen nur durch einen Augenblick getrennt werden, ſo muß man doch in b Ruhe des Körpers annehmen. Der Grund hiervon liegt im folgenden: man muß annehmen, daß der Körper in b ſeine Geſchwindigkeit nicht gänzlich verloren hat, ſondern nur bis zu einem Grade, der kleiner als jede noch ſo kleine gegebene Geſchwindigkeit iſt, mit welcher er immer noch fortſchreitend einen Raum, welcher kleiner als jeder noch ſo kleine zu beſtimmende Raum iſt, gleichförmig bey jeder noch ſo großen gegebenen Zeit durchlaufen, mithin nie ſeinen Ort verändern würde. Demnach wird er in eine Beharrlichkeit an dieſem Orte d. i. in Ruhe verſetzet, ob ſelbige gleich durch die ſtete Einwirkung des veränderten Zuſtandes mit beſchleunigter Bewegung wieder aufgehoben wird. Denn die Begriffe in Beharrlichkeit an demſelben Orte ſeyn und darin beharren, ſind verſchieden, und thun einander gar keinen Eintrag. Es muß daher Ruhe nicht als Mangel aller Bewegung, ſondern als Beharrlichkeit an demſelben Orte definiret werden.

§. 23.

Es ſey der Weg, welchen ein Körper A m gleichförmiger Bewegung zurückeleget, $= ſ$, die da erforderliche Zeit $= t$, und die Geſchwindigkeit $=$ ſo iſt $ſ = ct$, d. h. der Weg iſt ſo groß als d Produkt der Geſchwindigkeit in die Zeit. Aus $ſ = c$ ergiebt ſich auch $c = \frac{ſ}{t}$ und $t = \frac{ſ}{c}$

Es ſey der Weg eines andern Körpers $B = S$ die dazu gehörige Zeit $= T$ und die Geſchwindigk $= C$, ſo hat man auch $S = CT$ und $C = \frac{S}{T}$ u $T = \frac{S}{C}$. Man kann alſo ſchließen

$$ſ : S = ct : CT = \frac{c}{T} : \frac{C}{t} = \frac{t}{C} : \frac{T}{c}$$

Wäre $c = C$ d. h. wären die Geſchwindigkeit gleich groß, ſo iſt

$$ſ : S = t : T$$

Wäre ferner $ſ = S$, ſo iſt auch $ct = CT$, mith

$$c : C = T : t$$

Hieraus ergeben ſich folgende Regeln:

1. Die Wege, welche zwey Körper mit verſchiedenen G ſchwindigkeiten und verſchiedenen Zeiten gleichförm durchlaufen, verhalten ſich wie die Produkte aus d Zeiten in die Geſchwindigkeiten, oder wie die G ſchwindigkeiten durch die Zeiten verkehrt dividiret o wie die Zeiten durch die verkehrten Geſchwindigkeit dividiret.
2. Wenn die Geſchwindigkeiten gleich ſind, ſo verhal ſich die Wege wie die Zeiten.
3. Sind die Wege gleich, ſo verhalten ſich die Geſchw digkeiten umgekehrt wie die Zeiten.

Weil ferner $c = \frac{ſ}{t}$ und $C = \frac{S}{T}$, ſo folgt auch

$$c : C = \frac{ſ}{t} : \frac{S}{T} = ſT : St = \frac{T}{S} : \frac{t}{S}$$

We

Wäre t = T d. h. wären die Zeiten gleich, ſo iſt

$$c : C = ſ : S.$$

Dies giebt folgende Regeln:

1. Die Geſchwindigkeiten, womit zwey Körper in verſchiedenen Zeiten verſchiedene Wege gleichförmig zurücklegen, verhalten ſich wie die Wege durch die Zeiten dividiret, oder wie die Produkte der Wege in die verkehrten Zeiten, oder wie die verkehrten Zeiten durch die verkehrten Wege dividiret.
2. Wenn die Zeiten gleich ſind, ſo verhalten ſich die Geſchwindigkeiten wie die Wege.

Da endlich auch $t = \frac{ſ}{c}$ und $T = \frac{S}{C}$, ſo ergiebt ſich noch

$$t : T = \frac{ſ}{c} : \frac{S}{C} = ſC : Sc = \frac{C}{S} : \frac{c}{ſ}$$

d. h. die Zeiten, mit welchen zwey Körper mit verſchiedenen Geſchwindigkeiten ungleiche Räume durchlaufen, verhalten ſich zu einander wie die Räume durch die Zeiten dividiret, oder wie die Produkte der Räume in die verkehrten Geſchwindigkeiten, oder wie die verkehrten Geſchwindigkeiten durch die verkehrten Räume dividiret.

§. 24.

Wenn ein Körper mit gleichförmig beſchleunigter Bewegung binnen der Zeit t den Weg ab (Fig. 3.) durchgelaufen hätte, in dem Augenblicke aber, da er in b angelangt wäre, bewegte er ſich nun mit der nach der Zeit t folglich in b erhaltenen Geſchwindigkeit gleichförmig in der geraden Linie bd fort, und ſeine Bewegung dauerte von b bis d eben ſo lange wie vorher, oder ſeine Bewegung erforderte auch noch die Zeit t, ſo wird bd doppelt ſo groß als ab ſeyn. Man nehme nemlich an, die Geſchwindigkeit, welche der Körper in b erlanget hat, ſey = c, ſo wird $bm = \frac{1}{2}\, bd = \frac{1}{2}\, c$ ſeyn. Hätte der Körper

gleich anfänglich in a die Geſchwindigkeit $\frac{1}{2}$ c gehabt, ſo würde es blos darauf ankommen, darzuthun, daß der Körper mit der Geſchwindigkeit $\frac{1}{2}$ c in eben der Zeit t den Weg ab = bm gleichförmig durchgelaufen haben würde, in welcher er ſelbigen mit gleichförmig beſchleunigter Bewegung zurückegeleget hat. Es iſt klar, daß der Körper in der erſten Hälfte der Zeit alſo in $\frac{1}{2}$ t mit gleichförmig beſchleunigter Bewegung einen Weg zurückeleget, welcher kleiner als $\frac{1}{2}$ ab iſt, weil ſeine Geſchwindigkeit bis dahin kleiner als $\frac{1}{2}$ c; es iſt aber auch klar, daß er in der andern Zeithälfte einen Weg durchläuft, welcher größer als $\frac{1}{2}$ ab iſt, weil nun ſeine Geſchwindigkeit größer als $\frac{1}{2}$ c. Da aber die Geſchwindigkeiten nach dem Geſetze der Stetigkeit wachſen, und ihre Differenzen auf beyden Seiten vom mittleren Zeitpunkte angerechnet in gleichen Entfernungen gleich ſeyn müſſen, indem der Körper in der erſten Hälfte der Zeit um eben ſo viel weniger wie $\frac{1}{2}$ ab, als er in der andern Hälfte der Zeit mehr durchlaufen muß, ſo folgt, daß auch die Differenzen der durchlaufenen Wege in den beyden Zeithälften gleich ſeyn müſſen. Daher wird der Körper mit gleichförmig beſchleunigter Bewegung den Weg ab in der Zeit t zurückelegen, welchen er in eben der Zeit mit der Geſchwindigkeit $\frac{1}{2}$ c gleichförmig durchgelaufen haben würde. Weil alſo ab = bm, ſo iſt auch 2ab = 2bm = bd. Man ſetze überhaupt den Weg, welchen ein gleichförmig beſchleunigter Körper in der Zeit t zurückeleget, = ſ, und die nach dieſer Zeit erhaltene Geſchwindigkeit = c, ſo iſt $2ſ = ct$, folglich $ſ = \frac{ct}{2}$; Eben hieraus ergiebt ſich noch $\frac{2ſ}{t} = c$ und $\frac{2ſ}{c} = t$. Wenn alſo von den drey Größen ſ, c, t zwey bekannt ſind, ſo läßt ſich die dritte allemal ſehr leicht finden.

§. 25.

§. 25.

Geſetzt der Körper gehe mit gleichförmig beſchleunigter Bewegung den Weg ab (Fig. 4.) in der erſten Zeitſekunde, ſo wird ſeine nach dieſer Zeit erhaltene Geſchwindigkeit = 2ab ſeyn, mit welcher er nun gleichförmig den Weg bd = 2ab durchlaufen könnte; wegen der Beſchleunigung aber durchläuft er noch den Weg de = ab, folglich wird der ganze in der andern Zeitſekunde zurückgelegte Weg = be = 3ab, und daher der in beyden Sekunden durchlaufene Weg = ae = 4ab ſeyn. Eben ſo groß iſt nun die erhaltene Geſchwindigkeit; folglich wird er in der dritten Zeitſekunde den ganzen Weg ef + fg = 4ab + ab = 5ab, und in allen dreyen Zeitſekunden den ganzen Weg ag = ae + eg = 9ab zurückelegen. Es wird alſo der mit gleichförmig beſchleunigter Bewegung zurückgelegte Weg des Körpers ſeyn

nach 1	Sekunde	=	ab
— 2	—	=	3ab + ab = 4ab
— 3	—	=	5ab + 3ab + ab = 9ab
— 4	—	=	7ab + 5ab + 3ab + ab = 16ab
			u. ſ. u. ſ.

Hieraus ergiebt ſich nun das bey der gleichförmig beſchleunigten Bewegung eines Körpers das allgemeine Geſetz:

Die Wege, welche ein Körper mit gleichförmig beſchleunigter Bewegung durchläuft, verhalten ſich zu einander wie die Quadratzahlen der verfloſſenen Zeiten.

Es ſey alſo ſ der Weg, welchen ein gleichförmig beſchleunigter Körper in der Zeit t, und S ein Weg, welchen ein anderer Körper in der Zeit T zurückegeleget hat, ſo iſt

$$ſ : S = t^2 : T^2$$

Setzt man ferner die nach t Zeit erhaltene Geſchwindigkeit $= c$, und die nach der Zeit T erlangte $= C$, ſo hat man

$t : T = c : C$ (§. 23.) folglich auch

$t^2 : T^2 = c^2 : C^2$ und alſo

$ſ : S = c^2 : C^2$

Hieraus folget das andere allgemeine Geſetz der gleichförmig beſchleunigten Bewegung:

Die Wege verhalten ſich auch wie die Quadratzahlen der während der Bewegung erlangten Geſchwindigkeiten.

Eben dieſe Geſetze ſucht man durch Hülfe eines rechtwinklichten Dreyecks zu beweiſen: Man ſtelle ſich nemlich eine Zeit in eben ſo viele gleiche Theile getheilet vor, als die Linie a i (Fig. 5.) wie a b, b c, c d u. ſ. enthält, ſo werden die Linien b k, c l, d m u. ſ. die Wege vorſtellen, welche der gleichförmig beſchleunigte Körper in dem erſten, dem zweyten, dritten u. ſ. Zeittheile durchläuft. Um alſo den ganzen Weg zu finden, welchen ein Körper nach einer gewiſſen gegebenen Zahl von ſolchen Zeittheilen zurückgeleget hat, muß man eine eben ſo große Zahl von Linien, wie b k, c l, d m u. ſ. als Zeittheile gegeben ſind, zuſammen addiren. Man nehme die Theile a b, b c, c d u. ſ. folglich auch die gleichen Zeittheile als unendlich klein an, ſo wird der ganze Weg, welchen der Körper in der Zeit a d zurückeleget, gleich ſeyn der Summe aller zwiſchen a und d m unendlich nahe an einander gezogenen geraden Linien, welche das ganze Dreyeck a d m ausmachen. Auf eben dieſe Weiſe wird der ganze Weg, welchen der Körper mit gleichförmig beſchleunigter Bewegung in der ganzen Zeit a i zurückeleget, dem ganzen Dreyecke a i r gleich ſeyn. Demnach verhalten ſich beyde Wege wie die Dreyecke a d m : a i r, oder weil dieſe ähnlichen Dreyecke ſich

wie die Quadrate der gleichnamigten Seiten verhalten, $= ad^2 : ai^2$ d. h. wie die Quadrate der Zeiten.

§. 26.

Hieraus folget, daß die Wege, welche ein Körper mit gleichförmig beſchleunigter Bewegung in gleichen Zeittheilen hinter einander zurückeleget, wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, 9, 11 u. ſ. zunehmen, oder er wird im zweyten Zeittheil einen dreymal, im dritten fünfmal, im vierten ſiebenmal u. ſ. ſo großen Weg zurücklegen, als im erſten Zeittheile.

§. 27.

Weil alle Bewegung als Gegenſtand der Erfahrung relativ iſt, ſo kann der Raum, in welchem die Bewegung geſchiehet und folglich materiell ſeyn muß, entweder als ruhig oder als bewegt betrachtet werden. Das erſtere geſchiehet, wenn auſſer dieſem Raume kein anderer ihn einſchließender iſt gegeben worden; das andere aber, wenn auſſer dieſem Raume noch ein anderer, in welchem er als beweglich gedacht wird, und welcher ihn einſchließt, gegeben iſt. Es iſt aber ſchlechterdings unmöglich, von einem materiellen Raume zu entſcheiden, ob er in einem andern ihn einſchließenden größern Raume vielleicht beweglich ſey oder nicht, daher iſt es auch für alle Erfahrung und ſelbſt für ihre Folge einerley, ob man einen Körper im Raume als bewegt, oder ſelbigen als ruhig, im Gegentheil aber den Raum in entgegengeſetzter Richtung mit gleicher Geſchwindigkeit als bewegt anſehen will; jedoch wird hier alle Bewegung geradlinicht angenommen. Man kann daher auch bey der Bewegung eines Körpers in einem materiellen Raume einen Theil der gegebenen Geſchwindigkeit dem Körper, den andern Theil aber dem Raume in entgegengeſetzter Richtung zuſchreiben, und es werden dieſe zwey mit einan-

der verbundenen Bewegungen in Anſehung der E
fahrung und der daraus gemachten Folgen mit der
nigen Bewegung einerley ſeyn, wo man dem Körp
die ganze Geſchwindigkeit allein und dem Rau
Ruhe, oder wo man dem Körper Ruhe, und d
Raume die ganze Geſchwindigkeit aber in entgegeng
ſetzter Richtung beyleget.

§. 28.

Die Zuſammenſetzung der Bewegung
eine Vorſtellung einer einzigen Bewegung ein
Punktes, als einer ſolchen, welche zwey oder mehre
Bewegungen in ſich begreift.

§. 29.

Weil hier von der reinen Größenlehre der B
wegung gehandelt wird, mithin ein bewegter Körp
als ein Punkt gelten kann, eine jede Größe aber a
einer Menge gleichartiger Theile zuſammengeſetz
iſt, ſo kann hier auch keine Zuſammenſetzung d
Bewegung anders ſtatt finden, als daß zwey od
mehrere Bewegungen eines und eben deſſelben Punkt
zuſammen eine einzige Bewegung ausmachen, ab
nicht in ſo fern ſie als Urſachen dieſe Bewegung a
Wirkung hervorbringen, welches äuſſere Urſachen e
fordert, von denen hier abſtrahiret wird. Uebrigen
iſt es nur nöthig, diejenige Bewegung zu ſuche
welche aus zweyen Bewegungen zuſammengeſetzet i
weil ſich alle Bewegungen in der Zuſammenſetzun
auf zwey zurückführen laſſen. Zwey Bewegunge
eines einzigen Punktes aber, welche an demſelben z
gleich angetroffen werden, ſo daß dadurch eine z
ſammengeſetzte Bewegung entſtehet, können auf ei
doppelte Art geſchehen: ſie erfolgen nemlich entwed
in ein und derſelben geraden Linie, oder in verſchied
nen Linien zugleich, welche einen Winkel einſchließen

D

die erſtern ſind wiederum in Anſehung ihrer Richtung entweder einander entgegengeſetzet, oder ſie erfolgen in einerley Richtung. Daher giebt es überhaupt bey der Zuſammenſetzung der Bewegung drey Fälle, 1. da zwey an ein und dem nemlichen Punkte verbundene Bewegungen in einerley Richtung eine daraus zuſammengeſetzte Bewegung ausmachen ſollen, 2. da zwey an einem Punkte verbundene Bewegungen in einer entgegengeſetzten Richtung eine zuſammengeſetzte Bewegung geben, und 3. da zwey Bewegungen eines Punktes in verſchiedenen Linien, welche einen Winkel einſchließen, eine zuſammengeſetzte Bewegung ausmachen ſollen.

§. 30.

Die Zuſammenſetzung zweyer Bewegungen ein und des nemlichen Punktes kann nur dadurch gedacht werden, daß die eine Bewegung im abſoluten Raume, ſtatt der andern aber eine Bewegung des relativen Raumes mit gleicher Geſchwindigkeit in entgegengeſetzter Richtung vorgeſtellet wird.

Beweis.

Erſter Fall. Wenn zwey an ein und eben demſelben Punkte verbundene Bewegungen in einerley Richtung eine zuſammengeſetzte Bewegung geben ſollen. Man ſetze, es seyn ab (Fig. 6.) und ef zwey Geſchwindigkeiten, welche in einer einzigen Geſchwindigkeit der Bewegung enthalten ſeyn ſollen. Hier iſt es nun unmöglich, daß dieſe beyden Geſchwindigkeiten in ein und eben demſelben Raume, entweder dem abſoluten oder relativen Raume, an demſelben Punkte zugleich vorgeſtellet werden können. Denn die Geſchwindigkeiten ab und ef ſind nichts weiter als die Wege, welche die Punkte in gleichen Zeiten durchlaufen. Wenn alſo beyde Geſchwindigkeiten in ein und eben demſelben Raume an einem Punkte in einer

einzi-

einzigen Geſchwindigkeit enthalten ſeyn ſollten, ſo müßte die Zuſammenſetzung dieſer Wege ab und ef d. i. die Linie ad als die Summe beyder Wege beyde Geſchwindigkeiten zuſammen ausdrücken. Aber alsdenn würde keiner von dieſen Theilen ab und bd die Geſchwindigkeit ef vorſtellen, weil ſie nicht in gleicher Zeit wie ef zurückgeleget würden. Folglich kann auch die ganze Linie ad, welche in eben der Zeit zurückgeleget wird, wie die Linie ef, nicht beyde Geſchwindigkeiten ab und ef vorſtellen, wie doch nach der Vorausſetzung erfordert wurde. Demnach kann die Zuſammenſetzung zweyer Bewegungen in einerley Richtung in ein und eben dem Raume nicht gedacht werden.

Im Gegentheil ſtelle man ſich vor, der Punkt bewege ſich mit der Geſchwindigkeit ab im abſoluten Raume, und überdem der relative Raum mit der Geſchwindigkeit ef = bd aber in entgegengeſetzter Richtung fe = db, ſo iſt dies eben ſo viel, als ob man dem Punkte dieſe Geſchwindigkeit in der Richtung ab gegeben hätte (§. 27.). Aber nun bewegt ſich auch der Punkt durch beyde Linien ab und ef = ad zuſammengenommen in eben der Zeit, in welcher er die Linien ef allein würde durchlaufen haben, und doch iſt ſeine Geſchwindigkeit als die Summe beyder Geſchwindigkeiten ab und ef dargeſtellet worden, welches eben verlangt wird.

Zweyter Fall. Wenn zwey an einem Punkte verbundene Bewegungen in einer entgegengeſetzten Richtung eine zuſammengeſetzte Bewegung ausmachen ſollen. Man ſetze, (Fig. 7.) ab ſey die eine von den Bewegungen, und ad die andere, welche jener gerade entgegengeſetzet iſt. Hier iſt es ſchon für ſich klar, daß zwey Bewegungen eines Punktes in ein und eben demſelben Raume zugleich nicht gedacht werden kön-

nen;

nen; folglich iſt auch eine Zuſammenſetzung zweyer Bewegungen in dieſem Falle unmöglich.

Hingegen ſtelle man ſich die Bewegung des Punktes nach der Richtung a b im abſoluten Raume, und die Bewegung des relativen Raums in entgegengeſetzter Richtung d a mit der nemlichen Geſchwindigkeit vor, welche mit der Bewegung des Punktes nach der Richtung a d als einerley betrachtet werden kann (§. 27.); ſo laſſen ſich zwey gerade entgegengeſetzte Bewegungen ein und des nemlichen Punktes zu gleicher Zeit vorſtellen, welches verlangt wird.

Dritter Fall. Wenn zwey Bewegungen eines Punktes in verſchiedenen Linien, welche einen Winkel einſchließen, eine zuſammengeſetzte Bewegung ausmachen ſollen. Geſetzt es gehen die beyden Bewegungen nach den Richtungen (Fig. 8.) a b und a d, welche den Winkel b a d einſchließen. Sollten nun die beyden Bewegungen nach den Richtungen a b und a d in ein und dem nemlichen Raume geſchehen, ſo würden ſie doch nicht in beyden Linien a b und a d zugleich geſchehen können, ſondern in Linien, welche mit dieſen parallel ſind. Man müßte demnach annehmen, daß eine von dieſen beyden Bewegungen die andere in ihrer Bahn verändere, wenn gleich die Richtungen von beyden die nemlichen blieben. Dies iſt aber der Vorausſetzung zuwider; denn es ſollen die aus zweyen mit einander verbundenen Bewegungen mit einer dritten einerley ſeyn, ſie ſollen aber nicht eine dritte ſo hervorbringen, daß die eine erſt die andere in ihrer Bahn verändere.

Im Gegentheil ſtelle man ſich vor, der Punkt a bewege ſich nach der Richtung a d im abſoluten Raume, ſtatt der Bewegung nach der Richtung a b aber der relative Raum mit eben der Geſchwindigkeit in der entgegengeſetzten Richtung b a, ſo wird dieſe Bewegung mit der Bewegung des Punktes

nach

nach der Richtung a b als völlig einerley gelten (§. 27.). Die Linie a d ſey in drey gleiche Theile an, no, od getheilet. In der Zeit, da der Punkt den Weg a n zurückeleget, leget der relative Raum und mit ihm der Punkt den Weg n k = f a zurück; in der Zeit, da der Punkt den Weg a o durchläuft, durchläuft der relative Raum und hiermit zugleich der Punkt den Weg o l = h a; in der Zeit endlich, da der Punkt den Weg a d zurückleget, durchläuft der relative Raum den Weg d m = a b. Alles dies iſt aber eben ſo viel, als wenn der Punkt in den drey Zeittheilen die Wege n g, o i und d e, und in der ganzen Zeit, da er den Weg a d zurückeleget, den Weg d e = a b durchlaufen hätte. Hieraus folgt, daß der Punkt im letzten Augenblicke der Zeit in dem Punkte e ſich befinde, und daß er während der ganzen Zeit nach und nach in allen Punkten der Diagonallinie a e geweſen iſt. Demnach druckt a e die zuſammengeſetzte Bewegung der beyden Bewegungen a b und a d aus.

§. 31.

Wenn zwey an einem Punkte verbundene Bewegungen in einerley Richtungen eine zuſammengeſetzte Bewegung geben, ſo iſt die Geſchwindigkeit der zuſammengeſetzten Bewegung der Summe der Geſchwindigkeiten der einfachen Bewegungen gleich. Druckt nemlich die Linie a b (Fig 6.) die eine und b d die andere Geſchwindigkeit aus, ſo iſt die daraus zuſammengeſetzte Geſchwindigkeit = a b + b d = a d; folglich wird auch die zuſammengeſetzte Bewegung in der Hälfte der Zeit = $\frac{1}{2}$ a d u. ſ. ſeyn. Es verhalten ſich demnach bey zuſammengeſetzten Bewegungen die Wege wie die Zeiten, wenn die Bewegungen gleichförmig fortgehen. Wenn aber zwey an einem Punkte verbundene Bewegungen in einer gerade entgegengeſetzten

ſetzten Richtung eine zuſammengeſetzte Bewegung ausmachen, ſo muß dieſe der Differenz beyder einfachen Bewegungen, folglich auch die Geſchwindigkeit der zuſammengeſetzten Bewegung dem Unterſchiede der Geſchwindigkeiten beyder einfachen Bewegungen gleich ſeyn. Druckt nemlich die Linie ab (Fig. 7.) die eine und ad die andere Geſchwindigkeit aus, ſo iſt die zuſammengeſetzte Geſchwindigkeit $= ab - ad$. Wäre $ab = ad$, ſo iſt $ab - ad = 0$, folglich würde in dieſem Falle der Punkt in einer Beharrlichkeit an demſelben Orte alſo in Ruhe ſeyn und ſich gar nicht bewegen. Iſt ab poſitiv mithin ad negativ, und überdem $ab > ad$, ſo wird auch $ab - ad$ poſitiv, und die zuſammengeſetzte Bewegung geht von der Rechten gegen die Linke; wäre endlich $ab < ad$. ſo wird $ab - ad$ negativ, und die Bewegung erfolgt von der Linken gegen die Rechte. Wenn endlich zwey Bewegungen eines Punktes nach verſchiedenen Richtungen, welche einen Winkel einſchließen, eine zuſammengeſetzte Bewegung geben, ſo iſt ſelbige allemal kleiner als die Summe der beyden einfachen Bewegungen, mithin muß auch die Geſchwindigkeit der zuſammengeſetzten Bewegung kleiner als die Summe der Geſchwindigkeiten beyder einfachen Bewegungen ſeyn. Denn es iſt die Diagonallinie ae (Fig. 8.) allemal kleiner als $ad + ab$ nach Beweiſen der Geometrie.

§. 32.

Wenn die beyden Bewegungen nach den Richtungen ab und ad (Fig. 8.) gleichförmig beſchleuniget werden, ſo muß auch die daraus zuſammengeſetzte Bewegung ae eine gleichförmig beſchleunigte Bewegung ſeyn. Legt nemlich der Punkt a nach der Richtung ab binnen einem Augenblicke den Weg ſ, in der Richtung ad aber den Weg r zurücke, ſo wird er in

dem

dem andern gleichen Augenblicke nach der Richtung ab den Weg 3 ſ, und nach der Richtung ad den Weg 3 r; in dem dritten Augenblicke nach der Richtung ab den Weg 5 ſ, und nach der andern Richtung den Weg 5 r zurückelegen. Folglich verhalten ſich die zurückgelegten Wege wie ſ : r, und es ſind alle gleichförmig beſchleunigte Bewegungen einander ähnlich. Weil nun ag : gn wie gi : no, wie ie : od, ſo verändert ſich auch die zuſammengeſetzte Bewegung nach der Richtung ae, wie die einfache Bewegung nach der Richtung ad; folglich iſt auch dieſe zuſammengeſetzte Bewegung eine gleichförmig beſchleunigte Bewegung.

§. 33.

Bisher ſind die Geſetze der Bewegungen der Körper ganz rein, folglich ohne ihnen beywohnende Kräfte aufgeſuchet worden. In dieſer Rückſicht war man auch befugt, einen jeden Körper als einen Punkt anzunehmen, und man hatte es bloß mit der Bewegung und was daraus folgt, nemlich Geſchwindigkeit und Richtung zu thun. Die Erfahrung lehret aber, daß kein einziger Körper ſich von ſelbſt beweget, ſondern beſtändig im Zuſtande der Ruhe verbleibet. Eine jede Bewegung erfordert alſo eine Urſache, welche ſie hervorbringt. Eine ſolche Urſache, welche Bewegung hervorbringt oder auch hemmt, heißt überhaupt Kraft, und der Erfolg davon die Wirkung.

§. 34.

Wenn der Körper A (Fig 9.) nach der Richtung ac in Bewegung iſt, und er trift in ſelbiger den Körper B, ſo beſtrebet jener ſich offenbar, in den Raum oder doch wenigſtens in einen Theil deſſelben, worin der Körper B enthalten iſt, einzudringen. Weil aber dieſer Raum mit Materie angefüllt iſt,

mit-

mithin dem Eindringen des Körpers widerſtehet, ſo wird die Bewegung des Körpers A eine Verminderung leiden müſſen. Eben dieſer Erfolg wird ſich zeigen, wenn auch der Körper A nur ein Beſtreben hätte, in den Raum des Körpers B einzudringen, folglich nur die Ausdehnung deſſelben verringern und die Materie noch nicht aus dem Orte treiben und ſelbſt in Bewegung ſetzen wollte. Um von dem letzten gründlich urtheilen zu können, iſt vor allen Dingen nöthig, das erſtere einer Unterſuchung zu unterwerfen. Es wird alſo von jetzt an die Materie als ein Bewegliches ſo fern es einen Raum erfüllt, betrachtet werden, d. h. ſo fern die Materie einen Widerſtand leiſtet, wenn ihre Ausdehnung durch das Eindringen eines andern Beweglichen vermindert werden ſoll.

§. 35.

Eine jede Materie, welche in den Raum oder wenigſtens in einen Theil deſſelben einer andern Materie eindringen will, muß Bewegung beſitzen (§. 34.). Weil aber dieſer mit Materie erfüllte Raum durch den Widerſtand die Bewegung vermindert, und mit keiner Bewegung etwas verbunden werden kann, was ſie vermindert, als eine andere Bewegung eben derſelben beweglichen Materie in entgegengeſetzter Richtung (§. 31.); ſo iſt der Widerſtand, welchen die im Raume angefüllte Materie dem Eindringen der bewegten Materie leiſtet, eine Urſache der Bewegung der bewegten Materie in entgegengeſetzter Richtung. Die Urſache aber, welche Bewegung hervorbringt oder hemmt, heißt Kraft (§. 33.); mithin folgt unläugbar, daß die Materie ihren Raum nicht allein durch ihr Daſeyn, ſondern auch durch eine beſondere Kraft erfüllet.

Anmerk. Die mehreſten und größten Naturforſcher halten dafür, daß man hier eine Kraft

anzunehmen gar nicht nothwendig habe, weil ſchon die Anweſenheit von etwas Reellem im Raume verurſache, daß keine andere Materie in ſelbigem eindringen könne. Allein wie iſt es alsdenn möglich, ſich eine Verminderung oder eine Aufhebung der Bewegung folglich auch einer bewegenden Kraft desjenigen Körpers zu gedenken, welcher in den mit Materie angefüllten Raum einzudringen beſtrebet iſt? Nach richtigen Principien kann nur eine Bewegung von einer andern ihr entgegengeſetzten und eine Kraft von einer andern vermindert oder aufgehoben werden. Auch kann unmöglich der Grund von dem Widerſtande einer Materie in dem Satze der Trägheit liegen; denn dies Geſetz kann nicht das Geſetz einer jeden Wirkung entgegengeſetzten gleichen Gegenwirkung ausdrücken; ſondern Trägheit der Materie deutet nur an, wie unten weiter gezeiget werden ſoll, daß Materie an und für ſich leblos, mithin ſchlechthin keine innern Beſtimmungen habe, Veränderungen d. h. Bewegung oder umgekehrt Ruhe bewegter Materie zu bewirken. Todte Materie treibt alſo keine andere Materie zurück oder verändert den Zuſtand der in den Raum derſelben einzudringenden Materie nicht; folglich kann auch die Materie als Materie dem Eindringen einer andern Materie nicht widerſtehen, ſondern es läßt ſich nur alsdann ein Widerſtand gedenken, wenn man dem, was einen Raum erfüllt, eine Kraft beyleget. Herr Mayer in Grens Journal der Phyſik Band VII. S. 208. u. f. ſagt, man könne doch das, was verhindere, daß das Seyn eines Dinges zugleich das Seyn eines andern Dinges ſey, unmöglich Kraft nennen. Allerdings verdient es den Namen einer Kraft, wenn

es

es eine Urſache der Verminderung oder einer gänzlichen Aufhebung einer Bewegung iſt.

§. 36.

Ein jeder Körper, wenn er in einer gewiſſen Höhe ſich ſelbſt überlaſſen wird, beweget ſich gegen die Erde herab, ohne daß man gewahr würde, daß ihn irgend eine Kraft niederdrückte, oder er davon angezogen würde. Weil nun keine Bewegung ohne eine hinreichende Urſache erfolgen kann, ſo muß auch hier eine ſtatt finden. Die Erfahrung allein aber iſt ebenfalls nicht hinreichend auszumachen, welcher Kraft ſich die Natur bedienet, um eine ſolche Bewegung hervorzubringen. Man iſt alſo genöthiget, zuerſt metaphyſiſche Unterſuchungen anzuſtellen, wenn man gründlich über die Wirkungen, welche die Natur giebt, urtheilen will. Schon läßt ſich vermuthen, daß eine jede Materie eine urſprünglich anziehende Kraft beſitzet, vermöge welcher ſie andere Materie zur Bewegung nach ihr antreibt. Anziehungskraft überhaupt heißt diejenige bewegende Kraft, wodurch eine Materie Urſache ſeyn kann, andere Materie durch Bewegung nach ihr anzutreiben; Zurückſtoßungskraft aber heißt diejenige bewegende Kraft, wodurch Materie Urſache ſeyn kann, andere Materie von ſich zu entfernen.

§. 37

Die Materie erfüllet ihren Raum durch Zurückſtoßungskräfte in allen ihren Theilen d. h. durch eine ihr eigene Ausdehnungskraft, welche einen gewiſſen beſtimmten Grad hat, über welchem kleinere oder gröſſere bis ins Unendliche gedacht werden können.

Beweis.

Die Materie erfüllt ihren Raum durch bewegende Kraft (§. 35.) und zwar durch ſolche, welche dem

Eindringen anderer Materie widerſtehet d. h. wodurch die Materie Urſache iſt, andere Materie von ſich zu entfernen. Dieſe iſt nun eine Zurückſtoßungskraft; mithin erfüllet die Materie ihren Raum nur durch Zurückſtoßungskraft aller ihrer Theile, weil ſonſt ein Theil ihres Raums nicht erfüllet, ſondern nur eingeſchloſſen ſeyn würde. Die Kraft eines Ausgedehnten aber mittelſt einer Zurückſtoßung iſt eine Ausdehnungskraft; folglich erfüllet die Materie ihren Raum durch eine ihr eigene Ausdehnungskraft. Unter einer jeden gegebenen Kraft muß eine kleinere gedacht werden können, denn die kleinſte würde diejenige ſeyn, welche bey einer jeden gegebenen Zeit keine endliche Geſchwindigkeit hervorbringen könnte, welches aber den Mangel aller bewegenden Kraft andeutet. Eben ſo muß über einer jeden gegebenen Kraft eine größere gedacht werden können; denn die größte würde diejenige ſeyn, welche in einer endlichen Zeit eine unendliche Geſchwindigkeit erzeugen müßte, welches aber unmöglich iſt. Folglich erfüllt die Materie ihren Raum durch eine ihr eigene Ausdehnungskraft, welche ihren beſtimmten Grad hat, über welchen kleinere und größere gegeben werden können.

§. 38.

Die Ausdehnungskraft einer Materie heißt auch ihre Elaſticität. Weil nun jene zum Daſeyn aller Materie gehöret, ſo muß auch alle Materie urſprünglich Elaſticität beſitzen.

Anmerk. Herr Mayer am a. O. behauptet, die Ausdehnungskraft würde keinesweges das Phänomen der Elaſticität erklären, oder beweiſen, daß alle Materie urſprünglich elaſtiſch ſey, weil das Beſtreben angenäherte Theile zu entfernen, ganz etwas anders ſey, als das Beſtreben, nach erfolgter Verdrängung aus dem Orte, den vorigen

gen Ort wieder einzunehmen. Allein es iſt hier noch gar nicht von Verdrängung der Materie aus dem Orte, ſondern nur von Erfüllung des Raums die Rede, da die Materie als ruhig nicht aber als bewegt angeſehen werden darf. Wenn alſo die Materie, welche einen Raum erfüllt, durch irgend eine Kraft d. h. durch Bewegung einer andern Materie, in einen engern Raum zuſammengedrückt wird, ſo muß offenbar nach Nachlaſſung derſelben die zuſammengedrückte Materie vermöge ihrer Ausdehnungskraft den vorigen Raum wieder erfüllen, alſo iſt wirklich ein Beſtreben da, angenäherte Theile zu entfernen, mithin Elaſticität. Jedoch von der Elaſticität weiter oben.

§. 39.

Die Materie kann ins Unendliche zuſammengedruckt, aber nie von einer Materie durchdrungen werden, wie groß auch die drückende Kraft derſelben ſey.

Beweis.

Ueber einer jeden gegebenen Kraft iſt eine größere möglich (§. 37.); nun kann dieſe jener entgegenwirken, folglich kann über einer ausdehnenden Kraft eine größere zuſammendrückende gegeben werden. Hierdurch muß aber nothwendig die urſprünglich ausdehnende Kraft einer Materie deſto mehr entgegen wirken, je größer die zuſammendrückende Kraft iſt, welche die Materie in einen engern Raum zuſammenpreßt, und ſo ins Unendliche. Wenn aber die zuſammendrückende Kraft die Materie durchdringen ſollte, ſo müßte ſie den Raum ihrer Ausdehnung völlig aufheben; folglich müßte die zuſammendrückende Kraft unendlich groß ſeyn, welche unmöglich iſt. Demnach kann auch die Materie von keiner andern durchdrungen werden.

§. 40.

Es iſt bereits oben ſchon (§. 1.) die Undurchdringlichkeit der Materie als eine allgemeine Eigenſchaft derſelben angenommen worden; allein es konnte daſelbſt noch nicht gezeiget werden, auf welchem Grunde ſie beruhe. Die bisherige Erörterung beweiſet nun, daß die ausdehnende Kraft, welche der Materie weſentlich zukömmt, ſelbige möglich macht. Weil aber dieſe Kraft einen Grad hat, welcher von einer zuſammendrückenden Kraft überwältiget, mithin der Raum des Ausgedehnten dadurch vermindert d. h. in ſelbigen bis auf ein gewiſſes Maaß eingedrungen werden kann, jedoch ſo, daß die völlige Durchdringung unmöglich iſt; ſo muß auch die Undurchdringlichkeit als blos relativ betrachtet werden.

Anmerk. 1. Die meiſten Naturforſcher nehmen an, daß die Materie als Materie dem Eindringen anderer Materie mit abſoluter Nothwendigkeit widerſtehet, und mithin ſelbige keiner andern Zuſammendrückung fähig ſey, als in wie fern ſie leere Zwiſchenräume enthält. Daher legen ſie der Materie eine abſolute Undurchdringlichkeit bey. Aus dieſem Grunde macht Herr Mayer gegen das Geſagte folgende Erinnerung: es ſey doch blos von demjenigen Raume die Rede, den die Materie vollkommen erfülle, mit Ausſchluß der zerſtreueten Leere. Dieſen noch vollkommener zu erfüllen, ſey doch eine abſolute Unmöglichkeit, und ſelbſt eine unendliche Kraft würde nicht vermögend ſeyn, mehr Materie in dieſen Raum zu bringen. Daher ſey die Exiſtenz der Materie in dieſem Raume vollkommen hinreichend, die materielle Undurchdringlichkeit zu erklären. Allein m. ſ. die Anmerk. des §. 35.

Anmerk.

Anmerk. 2. Wenn man der Materie als Materie abſolute Undurchdringlichkeit beyleget, ſo zeigen ſich bey Erklärung vieler Phänomene ſehr große Schwierigkeiten. Vorläufig mache ich hier nur auf ein Paar aufmerkſam, von welchen am gehörigen Orte weitläuftiger gehandelt werden ſoll:

1. Bey einerley Temperatur nehmen verſchiedene ſpecifiſch ſchwerere Materien mehr Wärmeſtoff auf, als ſpecifiſch leichtere. So iſt z. B. die ſpecifiſche Wärme des Goldes = 0,053, die des Bleyes = 0,0422, die ſpecifiſche Schwere des erſtern = 19,04, die des letztern = 11,4561. Daher iſt das Gold weit dichter als das Bley, müßte alſo weit wenigere Zwiſchenräume als dieſes haben, und nimmt gleichwohl beträchtlich mehr Wärmeſtoff auf. Wenn alſo der Wärmeſtoff blos in die Zwiſchenräume der Materie eindringen könnte, wie wäre es möglich, daß Gold mehr als Bley enthalten könne? Eben ſo nimmt Eiſen zweymal mehr Wärmeſtoff als Spiesglanz auf, obgleich das Eiſen ſpecifiſch ſchwerer mithin dichter als dieſes iſt. Daher müßte auch das Eiſen wenigere Zwiſchenräume als Spiesglanz enthalten u. ſ. w. M. ſ. Girtanners Anfangsgründe der antiphlogiſt. Chemie, S. 25 u. f. Jedoch hiervon mit mehreren oben. Indeſſen ſ. m. Grens Grundriß der Naturlehre. Halle 1793. 8. §. 696. u. f. Gehlers phyſikaliſches Wörterbuch Theil IV. S. 568 u. f. Th. V. S. 954 u. f.

2. Wenn man ſowohl mit Newton das Licht als eine materielle Subſtanz annimmt, oder auch mit Euler ſelbiges durch Schwingungen des Aethers erklären will, ſo läßt ſich gar keine befriedigende Erklärung von dem Durchgange des Lichtes durch durchſichtige Körper geben, wenn man der Materie abſolute Undurchdringlichkeit zuſchreibet. Die Schwierigkeiten, welche hierbey ſtatt finden, kann man kurz und vollſtändig finden in Gehlers phyſikal. Wörterb. Th. I. S. 640 u. f. und Th. II. S. 890 u. f. beſ. S. 896. Ich werde Gelegenheit haben, hiervon oben mit mehreren zu reden.

3. Auch bey chemiſchen Auflöſungen hält es ſchwer, genugthuende Erklärungen zu geben, wenn man abſolute Undurchdringlichkeit der Materie annimmt.

§. 41.

Es ſey b (Fig. 10.) ein phyſiſcher Punkt alſo etwas materielles im Raume, ſo muß ſelbigem eine weſentliche Kraft zukommen, dem Eindringen eines andern phyſiſchen Punktes nach allen Seiten zu widerſtehen (§. 35.). Geſetzt der Durchmeſſer der Sphäre dieſer wirkenden Kraft ſey a c, folglich der Halbmeſſer a b, ſo muß zwiſchen a und b ein Punkt angegeben werden können, weil der bloße Raum unendlich theilbar iſt (§. 14.). Wenn nun b demjenigen, welches in a einzudringen ſich beſtrebet, widerſtehet, ſo muß auch der Punkt d den beyden Punkten a und b widerſtehen, weil im entgegengeſetzten Falle ſich beyde Punkte a und b nähern und in d zuſammenkommen, mithin den Raum durchdrungen haben würden. Hieraus folgt, daß in d etwas ſeyn müſſe, was dem Eindringen beyder Punkte a und b widerſtehet, d. h. a und b zurücktreibt. Nun iſt aber das Zurücktreiben eine Bewegung, folglich muß d etwas Bewegliches im Raume d. i. Materie ſeyn. Demnach kann unmöglich der Raum zwiſchen a und b mit Wirkſamkeit von der zurückſtoßenden Kraft des Punktes b erfüllet ſeyn, und eben darum auch nicht der Raum zwiſchen d und b und ſo ins Unendliche. Es muß alſo in einem jeden Punkte eines mit Materie erfüllten Raums materielle Subſtanz d. h. ein für ſich beweglicher Theil anzutreffen ſeyn.

§. 42.

Die Materie iſt ins Unendliche theilbar und zwar in Theile, deren jeder wieder Materie iſt.

Be-

Beweis.

Die Materie iſt vermöge ihrer eigenen Ausdehnungskraft undurchdringlich, welche aber nur eine Folge der zurücktreibenden Kräfte aller phyſiſchen Punkte in einem mit Materie erfüllten Raume iſt. Die zurückſtoßende Kraft verurſacht nun, daß ein jeder Punkt in dem erfüllten Raume für ſich ſelbſt beweglich (§. 41.) folglich trennbar von den übrigen Punkten als materielle Subſtanz iſt. So weit ſich alſo die mathematiſche Theilbarkeit des Raumes erſtrecket, ſo weit muß ſich auch die mögliche phyſiſche Theilung der Materie, die ihn erfüllt, erſtrecken. Die mathematiſche Theilung geht aber ins Unendliche, folglich auch die phyſiſche d. h. die Materie iſt ins Unendliche theilbar und zwar in Theile, deren jeder wieder Materie iſt.

Anmerk. Aus der unendlichen Theilbarkeit des Raumes, welchen die Materie erfüllt, folgt noch nicht, daß auch die Materie unendlich theilbar ſey, wenn nicht vorher bewieſen wird, daß in allen Punkten des Raumes Materie d. i. etwas für ſich Bewegliches im Raume anzutreffen ſey. Daher war es nöthig, im §. 41. darzuthun, daß ein jeder Punkt im Raume Materie beſitze, und von den übrigen Punkten trennbar ſey. Die meiſten Naturforſcher behaupten, man müſſe in Anſehung der Theilbarkeit der Materie zuletzt bey ſolchen unendlich kleinen Theilen ſtehen bleiben, welche man zwar aus objectiver Nothwendigkeit noch für ausgedehnt halten müſſe, aber abſolut untheilbar wären. Und dieſe letzten Theile, welche nicht mehr phyſiſch theilbar ſind, nennen ſie Atome. Sie nehmen alſo an, daß auch keine unendliche Kraft vermögend wäre, dieſe Atome weiter zu theilen. Weil nun, ſagen ſie, jeder Körper aus ſolchen Atomen zuſammen-

geſetzet iſt (woher die abſolute Undurchdringlichkeit der Materie folget), ſo würde es einen Widerſpruch in ſich ſelbſt enthalten, in einem begränzten oder endlichen Raume eine unendliche Menge ſolcher Atome oder der letzten Theile anzunehmen. Daraus folgern ſie, daß keine Materie unendlich theilbar ſeyn könne. Ob nun gleich dieſer ganze Streit mehr in die Metaphyſik gehöret, und aus dieſem Grunde die mehreſten Phyſiker ſelbigen ganz unberührt laſſen, ſo glaube ich doch, daß es bey gründlicher Erklärung vieler Phänomene viel darauf ankomme, zu wiſſen, ob die Theilung der Materie ins Unendliche gehe oder nicht. Dieſerwegen muß auch hier der Phyſiker ſo wie in der ganzen Lehre der Bewegung von dem Metaphyſiker borgen. Geſetzt die Kunſt wäre es nicht im Stande, eine ſolche Theilung zu bewirken, ſo läßt ſich doch nicht behaupten, daß die Kräfte der Natur dergleichen nicht zu thun vermögend wären. — Wenn nun aber, wie bewieſen worden, die Materie ins Unendliche phyſiſch theilbar iſt, ſo wird man auch ſchließen, daß die Materie aus einer unendlichen Menge von Theilen beſtehe, indem das Ganze doch alle die Theile enthalten müſſe, in welche es getheilet werden kann. Dieſer Satz iſt ohne Zweifel bey jedem Ganzen als Dinge an ſich ſelbſt richtig. Allein Materie und Raum ſind keine Sachen an ſich, ſondern nur Erſcheinungen unſerer äuſſern Sinne, von welchen wir an ſich nichts wiſſen; alsdenn läßt es ſich aber auch gar wohl denken, daß Materie ins Unendliche theilbar ſey, ohne daß ſie aus einer unendlichen Menge von Theilen beſtehe. Denn von Erſcheinungen, welche ins Unendliche theilbar ſind, läßt ſich nur ſagen, daß es ſo viele

Theile der Erſcheinung ſind, als man nur immer geben d. h. ſo weit man theilen kann. Nun geht zwar die Theilung ins Unendliche, aber ſie iſt doch niemals als unendlich gegeben; mithin folgt daraus nicht, daß die Materie auch auſſer unſerer Vorſtellung aus einer unendlichen Menge von Theilen als ſich ſelbſt beſtehe, weil die Theilung ins Unendliche gehet. Ob alſo gleich die Theilung von den Erſcheinungen ins Unendliche fortgeſetzet werden kann, ſo läßt ſie ſich doch niemals vollenden, folglich nicht ganz geben, und beweiſet daher auch keine unendliche Menge von Theilen an ſich ſelbſt.

§. 43.

Es ſey b (Fig. 10.) ein materieller Punkt, folglich etwas Bewegliches im Raume, ſo beſtrebet ſich dieſer vermöge ſeiner zurückſtoßenden Kraft die angränzenden Theilchen zur Bewegung anzutreiben, dieſe wiederum die angränzenden u. ſ. ins Unendliche. Die zurückſtoßenden Kräfte der Theile eines mit Materie erfüllten Raumes ſuchen alſo ihren Raum beſtändig zu erweitern. Da nun der Raum einer ſolchen Kraft, welche ſich immer mehr auszubreiten ſtrebet, keine Gränzen ſetzen, und folglich unmöglich einen Grund in ſich enthalten kann, daß ſie irgendwo aufhöre, ſo folgt, daß die Materie im Raume vermöge ihrer zurücktreibenden Kraft ſich ins Unendliche zerſtreuen würde, und es würde in einem anzugebenden Raume keine anzugebende Menge der Materie anzutreffen ſeyn, wenn nicht eine andere Kraft entgegenwirkte, welcher der Wirkung jener Schranken ſetzte. Bey blos zurücktreibenden Kräften der Materie würden alſo alle Räume leer, mithin gar keine Materie möglich ſeyn. Demnach erfordert alle Materie zu ihrem Daſeyn ſolche Kräfte, welche der zurücktreibenden Kraft ent-

entgegengeſetzt ſind, d. i. zuſammendrückende Kräfte. Man muß alſo irgendwo eine Kraft annehmen, welche der Materie urſprünglich zukommt, weil ſie unmöglich in der Zuſammendrückung einer andern Materie geſucht werden kann; denn dieſe würde ſelbſt eine zuſammendrückende Kraft erfordern. Dieſe Kraft muß aber in entgegengeſetzter Richtung der zurücktreibenden Kraft d. i. zur Annäherung der Theile der Materie wirken, folglich muß ſie eine Anziehungskraft ſeyn. Es erfordert demnach die Möglichkeit einer Materie eine Anziehungskraft.

§. 44.

So wie keine Materie ohne Anziehungskraft möglich iſt, ſo iſt auch keine Materie durch bloße Anziehungskraft ohne zurückſtoßende Kraft möglich. Denn die Anziehungskraft einer Materie verurſachet, daß eine andere Materie durch Bewegung nach ihr ſich annähern muß. Wenn alſo ſelbige in allen Theilen der Materie wirkſam iſt, ſo beſtreben ſich dieſe einander zu nähern, folglich den ganzen Raum, den ſie zuſammen einnehmen, zu verringern. Es kann aber die Wirkung einer bewegenden Kraft nichts vermindern oder gar aufheben, als eine ihr entgegengeſetzte bewegende Kraft. Folglich würden ohne zurückſtoßende Kraft alle Theile der Materie durch die anziehende Kraft ſich zu einander nähern, und den Raum, welchen die Materie einnimmt, dadurch verringern. Weil nun nach der Vorausſetzung keine zurückſtoßende Kraft der Theile der im Raume enthaltenen Materie der Anziehungskraft entgegenwirken ſoll, ſo würden ſich auch dieſe ſo lange zu einander nähern, daß gar keine Entfernung zwiſchen ihnen denkbar wäre d. h. ſie würden in einen mathematiſchen Punkt zuſammenfließen, und der Raum würde leer ohne alle Materie ſeyn.

§. 45.

Aus dem bisher vorgetragenen erhellet, daß überhaupt nur zwey Kräfte zum Weſen der Materie gehören, nemlich die Zurückſtoßungs- und die Anziehungskraft. Sie müſſen daher als Grundkräfte gelten, weil keine von der andern im Begriffe der Materie getrennt werden kann.

Anmerk. Es würde ein völlig leeres Unternehmen ſeyn, die Möglichkeit der Grundkräfte begreiflich zu machen; denn eben darum heißen ſie Grundkräfte, weil ſie von keiner andern abgeleitet d. i. gar nicht begriffen werden können. Die mehrſten Naturforſcher halten dafür, daß man alle Repulſionen in der Natur entweder auf Anziehung oder auf andere bekannte Kräfte zurückführen könne, mithin wäre es den Regeln der phyſikaliſchen Erklärungskunſt ganz entgegen, deswegen eine beſondere Repulſionskraft anzunehmen. M. ſ. Gehlers phyſikal. Wörterb. Th. V. S. 1035. Dies würde nun freylich bey der atomiſtiſchen Lehre ſtatt finden müſſen, wo der Materie eine abſolute Undurchdringlichkeit beygeleget wird, folglich Materie ohne Repulſionskraft ſtatt finden kann. Bey der bisherigen Erörterung aber iſt es ſchlechterdings unmöglich, die Möglichkeit der Materie ohne Repulſionskraft einzuſehen. Auch lehret wirklich die Erfahrung, daß viele Materien in einem hohen Grade Expanſivkraft beſitzen, wie z. B. die Wärmematerie, Lichtmaterie u. ſ. w. Aus alle dieſem läßt ſich nun einſehen, daß ein Raum auch ohne leere Zwiſchenräume einzuſtreuen ganz, und gleichwohl in verſchiedenem Grade mit Materie erfüllet ſeyn könne, weil das Verhältniß der urſprünglich verſchiedenen zurückſtoßenden Kräfte zur urſprünglichen Anziehung unend-

unendlich verſchieden ſeyn kann. Bey der atomiſtiſchen Lehrart hingegen iſt man ſchlechterdings genöthiget, leere Zwiſchenräume zwiſchen den Theilen der Materie einzuſtreuen. Freylich hat man alsdann bey Erklärung der Phänomene völlige Freyheit, die leeren Zwiſchenräume, ſo wie es das Bedürfniß erfordert, groß oder klein anzunehmen. Allein alle die Verſuche, welche man zum Beweiſe der Poroſität der Körper angiebt, überzeugen nicht, daß es leere Zwiſchenräume derſelben gebe; und wie kann es mit der Abſicht des Schöpfers beſtehen, wenn man glaubt, und bey abſoluter Undurchdringlichkeit der Materie annehmen muß, daß in den Körpern mehr Zwiſchenräume ſind, als Materie, oder daß der Raum, welchen die Zwiſchenräume einnehmen, größer ſey als jener der Materie! — Iſt es nicht weit vernünftiger und der Abſicht angemeſſener, alle Räume mit Materie jedoch in verſchiedenem Grade angefüllt anzunehmen. Die Folge wird zeigen, daß ſich alle Phänomene, ſelbſt diejenigen, welche nach der atomiſtiſchen Lehre oft unerklärbar ſind, dadurch ſehr leicht erkläret werden können.

§. 46.

Wenn die eine Materie ein Beſtreben äuſſert, in den Raum einer andern Materie einzudringen, ſo verurſachet dieſe vermöge ihrer Zurückſtoßungskraft eine Wirkung, die nemlich, daß die Materie vom Eindringen abgehalten wird; eben ſo wird man auch der erſtern Materie eine Wirkung beylegen können. Eine ſolche Wechſelwirkung der zurückſtoßenden Kräfte in der gemeinſchaftlichen Gränze zweyer Materien heißt die phyſiſche Berührung. Die Wirkung einer Materie aber auf die andere auſſer der gemeinſchaft-

ſchaftlichen Gränze nennt man die Wirkung in die Ferne. Dieſe Wirkung in die Ferne, welche von einer Materie auf die andere auch ohne zwiſchen inne liegender Materie möglich iſt, heißt die **unmittelbare Wirkung in die Ferne**, oder die Wirkung der einen Materie auf die andere **durch den leeren Raum.**

§. 47.

Die urſprüngliche Anziehung einer jeden Materie iſt eine unmittelbare Wirkung derſelben auf eine jede andere durch den leeren Raum.

Beweis.

Die Möglichkeit einer Materie erfordert weſentlich eine Anziehungskraft, mithin muß ſie auch ſelbſt ein Grund von der Möglichkeit der phyſiſchen Berührung der Materien ſeyn. Daraus folgt, daß ſie noch vor derſelben gedacht werden, und ihre Wirkung von der Bedingung der Berührung ganz unabhängig ſeyn muß. Nun iſt aber die Wirkung, welche von der Bedingung der Berührung unabhängig iſt, auch von der Erfüllung des Raumes zwiſchen beyden auf einander wirkenden Materien unabhängig d. h. ſie muß auch ohne Materie zwiſchen beyden ſtatt finden, oder ſie muß eine Wirkung durch den leeren Raum ſeyn. Folglich iſt die urſprüngliche Anziehung einer jeden Materie eine unmittelbare Wirkung derſelben auf eine jede andere durch den leeren Raum.

§. 48.

Es ſcheint widerſprechend zu ſeyn, daß eine Materie da, wo ſie nicht iſt, unmittelbar wirken könne. Daher ſagt Herr de Lüc in ſeinen Briefen über die Geſchichte der Erde u. ſ. Th. I. Num. XI. wer kann begreifen, daß ein Körper da wirken ſoll, wo er nicht iſt? Zwey Theilchen der Materie ſind entfernt von ein-

einander und ohne alle materielle Verbindung, u[nd] doch ſoll ſich eins um des andern Willen bewegen ſ. f. Allein dieſes ſcheinbarlich widerſprechende [be]ruht auf einem bloßen Mißverſtand; man verwechſ[elt] nemlich die mathematiſche Berührung der Räume u[nd] die phyſiſche durch zurückſtoßende Kräfte. Wenn m[an] behaupten wollte, daß eine Materie auf die andere [in] die Ferne nicht unmittelbar wirken könnte, ſo wür[de] dies eben ſo viel ſagen, als ſie könnten auf einand[er] nicht anders unmittelbar wirken als in der phyſiſch[en] Berührung d. h. vermittelſt ihrer zurückſtoßend[en] Kräfte oder vermöge ihrer Undurchdringlichkeit; d[ies] hieße aber, die zurückſtoßenden Kräfte ſind die einzig[en] Bedingungen, unter welchen Materien auf einand[er] wirken können, welches alſo entweder die Anziehung[s-] kraft für ganz unmöglich oder wenigſtens von der W[ir-] kung der zurückſtoßenden Kräfte beſtändig abhäng[ig] erklären würde; aber beydes läßt ſich nicht mit Gru[nd] behaupten. Denn unmittelbare Anziehung auſſer [der] Berührung heißt nichts weiter als daß ſich Mater[ien] nach gewiſſen Geſetzen beſtändig einander nähern oh[ne] daß irgend eine zurückſtoßende Kraft als Bedingu[ng] darzu nöthig wäre, und muß ſich eben ſowohl ged[en-] ken laſſen, als Zurückſtoßung nach einem beſtändig[en] Geſetze ohne daß irgend eine anziehende Kraft T[heil] daran hat. So würde z. B. die Erde auf den M[ond] durch Anziehung wirken, ohne daß es nöthig w[äre] daß zwiſchen beyden Materie ſich befände d. h. [ſie] würde auch auf den Mond durch den leeren Ra[um] unmittelbar wirken.

§. 49.

Weil die urſprüngliche Anziehung der ei[nen] Materie auf die andere auch durch den leeren Ra[um] wirket, und keine Materie, welche ſich zwiſchen je[nen] befinden ſollte, dieſer Wirkung Gränzen ſetzet, ſo m[uß]

ſie alle Theile der Materie durchdringen. Jedoch kann aus der Anziehung in der phyſiſchen Berührung gar keine Bewegung erfolgen, indem dieſe Berührung die Wechſelwirkung der zurückſtoßenden Kraft iſt, welche alle Bewegung abhält. Daraus folgt, daß nur auſſer der Berührung irgendwo alſo in der Entfernung eine unmittelbare Anziehung ſtatt finden müſſe. Wollte man die Annäherung der einen Materie gegen die andere durch drückende oder ſtoßende Kräfte herleiten, wie Cartes, Huygens, Kratzenſtein, Bülſinger, le Sage u. a. thun, mithin die Anziehung nur als Schein betrachten, ſo würden dieſe Kräfte, weil ſie der zurückſtoßenden Kraft der Materie entgegenwirken, keine, wenigſtens nicht in der Natur der Materie weſentlich liegende, Urſache ſeyn. Aber auch eine ſolche ſcheinbare Anziehung müßte zuletzt eine wahre vorausſetzen, weil ſelbſt ohne dieſe keine Materie möglich iſt. Uebrigens kann das nicht einmal Anziehung genennet werden, wenn eine Materie durch ſtoßende oder drückende Kräfte zur andern Materie ſich zu nähern angetrieben wird.

S. *Carteſii* princ. philoſ. L. IV. prop. 19. 20. u. f. *Chriſt. Hugenii* diſſ. de cauſa gravitatis, in ſeinen operi. reliq. T. I. S. 93. f. Kratzenſteins Vorleſungen über die Experimentalphyſik. S. 60. De cauſa gravitatis phyſica generali diſquiſitio experimentalis, auct. *Georg. Bernh. Bülfinger.* Pariſ. 1728. 4. Lucrece Newtonien par Mr. *le Sage* in den Memoi. de l'Academ. royal. des ſcienc. de Berlin, année 1782. S. 404. u. f.

§. 50.

Diejenige bewegende Kraft, welche verurſachet, daß Materien nur in der gemeinſchaftlichen Fläche der Berührung unmittelbar aufeinander wirken, kann eine Flächenkraft heißen; diejenige aber, welche verurſachet, daß eine Materie auf die andere auch über die

Fläche hinaus unmittelbar wirken kann, eine **durchdringende Kraft.**

§. 51.

Die zurückſtoßende Kraft, womit die Materie einen Raum erfüllet, muß eine Flächenkraft ſeyn. Denn es iſt unmöglich, daß die zurückſtoßende Kraft des einen Theils der Materie einen von ihm entferntern Theil ohne vermittelſt den dazwiſchen liegenden bewegen könne; folglich kann auch dieſe Kraft auf den entferntern Theil nicht unmittelbar wirken. Hingegen die urſprüngliche Anziehungskraft iſt eine durchdringende Kraft, weil ſie alle Theile der Materie durchdringet (§. 49.) und folglich auf ſelbige unmittelbar wirket.

§. 52.

Die Anziehungskraft, welche ſelbſt die Materie möglich macht, erſtreckt ſich von allen Theilen einer Materie auf eine jede andere unmittelbar ins Unendliche.

Beweis.

Die Anziehungskraft wirkt auf alle Theile einer Materie unmittelbar auch in die Ferne (§. 47.). Nimmt man nun an, dieſe Kraft erſtrecke ſich in Anſehung ihrer Wirkſamkeit auf einen gewiſſen begränzten Raum, über welchen hinaus ſie nicht mehr wirkſam ſeyn könnte, ſo laſſen ſich nur zwey Fälle gedenken: entweder verſtattet blos die innerhalb des begränzten Raumes befindliche Materie, auf welche ſie ſich wirkſam erweiſet, oder die Größe des Raumes, in welchem ſie ſich verbreitet, keine weitere Wirkung mehr. Das erſtere kann deswegen nicht ſtatt finden, weil die Anziehung eine durchdringende Kraft iſt, und unmittelbar in alle Entfernungen auch ohne dazwiſchenliegende Materie ſich wirkſam

erzei-

erzeiget; aber auch das zweyte kann nicht ſtatt finden, weil unter einer jeden bewegenden Kraft, welche ihren Grad hat, folglich auch unter der Anziehungskraft immer noch kleinere bis ins Unendliche möglich ſind. Daher kann die Größe des Raumes der Wirkung der Anziehungskraft keine Gränzen ſetzen, wohl aber im umgekehrten Verhältniß vermindern. Da alſo nichts die Wirkſamkeit der Anziehungskraft irgendwo begränzen kann, ſo muß ſie ſich über alle zu beſtimmende Gränzen folglich ins Unendliche erſtrecken.

§. 53.

Weil die Möglichkeit der Materie nicht allein zurücktreibende, ſondern auch anziehende Kraft erfordert, ſo kann auch nur die urſprüngliche Zurückſtoſſung in Verbindung mit der Anziehung einen beſtimmten Grad der Erfüllung des Raumes, mithin Materie möglich machen, es mag nun die Anziehung von den Theilen der Materie ſelbſt oder von der Vereinigung derſelben mit der Anziehung aller Weltmaterie herrühren. Der Grad der Erfüllung eines Raumes von beſtimmter Größe heißt Dichtigkeit. Da es nun unendliche Grade der Erfüllung geben kann, weil ſich zurückſtoßende Kräfte unendlich verſchieden denken laſſen, ſo muß es auch verſchiedene Grade der Dichtigkeiten der Materien geben. Allein es iſt eigentlich auch hier wie oben, den Principien der Mathematik zuwider, ſich ein Verhältniß der Materien ihrer verſchiedenen Dichtigkeit nach zu denken, wenn man ſich ſelbige nicht als ſpecifiſch gleichartig vorſtellet, ſo daß die eine aus der andern durch bloße Zuſammendrückung entſtehen kann, welches aber gar nicht erweislich iſt.

§. 54.

Bey der bisherigen Unterſuchung der Materie iſt blos diejenige bewegende Kraft in Betrachtung gezogen worden, welche die Erfüllung eines gewiſſen Raums betraf, und man mußte die Materie, welche den Raum erfüllete, nicht als bewegt anſehen. Wenn hingegen die Materie ſelbſt aus ihrem Orte vertrieben, folglich in Bewegung geſetzet werden ſoll, ſo muß irgend eine Kraft auf ſie wirken, um den Zuſtand der Ruhe mit dem der Bewegung zu vertauſchen, dadurch wird ſie aber ſelbſt bewegende Kraft erlangen, und vermöge dieſer andern Materien, welche ihrer Bewegung in der geraden Linie vor ihr im Wege liegen, gleichmäßige Bewegung mittheilen. Es iſt aber klar, daß eine Materie, welche in Bewegung iſt, keine bewegende Kraft beſitzen könne, als blos vermöge ihrer Zurückſtoßung oder Anziehung, auf welche und mit welchen ſie in ihrer Bewegung unmittelbar wirkt, und dadurch ihre eigene Bewegung einer andern mittheilet, folglich letztere entweder vor ſich hertreibet oder ſie nachſchleppt. Hieraus folgt nun, daß Materie als bewegt, gar keine bewegende Kraft haben könne, wenn ſie nicht urſprünglich bewegende Kräfte beſäße, welche noch vor der eigenen Bewegung in jedem Orte, da ſie ſich befindet, wirkſam iſt. Wenn eine bewegte Materie einer andern Bewegung mittheilet, ſo geſchiehet dieſe Mittheilung entweder ſo, daß jene Materie in dieſe nach der Mittheilung der Bewegung mit ihrer bewegenden Kraft noch fortwirkt, oder nicht. Im erſten Falle heißt ſie ein Druck (preſſio), im andern aber ein Stoß (percuſſio). Es wird alſo von nun an die Materie als das Bewegliche, ſo fern es als ſolches eine bewegende Kraft hat, betrachtet werden.

§. 55.

Unter der **Quantität der Materie** verſteht man hier die Menge des Beweglichen im beſtimmten Raume. Werden alle Theile derſelben in ihrer Bewegung als zugleich bewegend betrachtet, ſo heißt ſie die **Maſſe**, und man ſagt, eine Materie **wirke in Maſſe**, wenn alle ihre Theile zugleich bewegende Kraft ausüben. Eine Maſſe von beſtimmter Geſtalt heißt alsdann ein **Körper**.

§. 56.

Die Größe der Bewegung bewegter Körper hängt von der bewegten Materie und Geſchwindigkeit zugleich ab. Wenn ſich nemlich zwey Körper von gleichviel bewegter Maſſe mit gleicher Geſchwindigkeit bewegen, ſo ſind offenbar beyde Bewegungen gleich groß. Beweget ſich aber einer von dieſen beyden Körpern, die gleichviel Materie haben, mit noch einmal, dreymal u. ſ. ſo großen Geſchwindigkeit, als der andere, ſo wird auch die Bewegung des erſten noch einmal, dreymal u. ſ. ſo groß ſeyn, als des andern. Hieraus folgt alſo

1. daß ſich die Größen der Bewegungen zweyer Körper von gleichvieler Materie wie ihre Geſchwindigkeiten verhalten.
2. Daß ſich die Größen der Bewegungen bey gleichen Geſchwindigkeiten wie die bewegten Materien verhalten.
3. Daß ſich bey ungleicher bewegter Materie die Größen der Bewegungen wie die Produkte aus der Quantität der Materie in die Geſchwindigkeiten verhalten, und
4. daß die Größen zweyer Bewegungen gleich groß ſeyn müſſen, wenn ſich die bewegten Materien umgekehrt wie ihre Geſchwindigkeiten verhalten.

Es ſeyn die Größen der Bewegungen zweyer bewegter Körper P und p, ihre Geſchwindigkeiten C, c, und die Quantitäten ihrer Materie M, m, ſo hat man

nach 1. $P : p = C : c$, wenn $M = m$
nach 2. $P : p = M : m$ wenn $C = c$

Nimmt man nun noch einen dritten Körper an, deſſen Geſchwindigkeit $= c$, die Quantität der Materie $= M$, und die Größe der Bewegung $= q$, ſo iſt

für den erſten und dritten nach 1. $P : q = C : c$
für den zweyten u. dritten nach 2. $q : p = M : m$

folglich für den erſten u. zweyten $P : p = CM : cm$

Wäre endlich $P = p$, ſo muß auch $CM = cm$ ſeyn, und das giebt

$C : c = m : M$.

§. 57.

Die Quantität der Materie kann in Vergleichung mit einer jeden andern nur durch die Größe der Bewegung bey gleicher Geſchwindigkeit geſchätzet werden.

Beweis.

Weil die Materie phyſiſch unendlich theilbar iſt (§. 42.), ſo läßt ſich auch die Quantität keiner Materie durch die Menge der Theile unmittelbar beſtimmen. Vergleichet man aber eine Materie mit der andern, ſo kann man zwar bey gleichartigen Materien die Verhältniſſe der Menge ihrer Theile beſtimmen, indem die Quantität der Materie der Größe des Umfanges proportionirt iſt, allein es wird ſich doch kein Verhältniß der einen Materie zu einer andern mit jener ſpecifiſch verſchiedenen angeben laſſen. Folglich hat man weder unmittelbar noch mittelbar durch Vergleichung ein gültiges Maaß die Quantität der Materie zu ſchätzen, ſo lange die Bewegung derſelben nicht in Betrachtung kömmt. Es bleibt demnach kein Maaß als die Größe der Bewegung übrig. In dieſer aber kann kein Unterſchied der Bewegung, welcher auf der Quantität der Materie beruht, anders gegeben werden, als wenn die Geſchwindigkeit der Mate-

Materien gleich angenommen wird. Daher läßt ſich die Quantität der Materie in Vergleichung mit einer jeden andern nur durch die Bewegung bey gleicher Geſchwindigkeit ſchätzen.

Anmerk. Es iſt zu merken, daß die Quantität der Materie blos die Quantität der Subſtanz, folglich die bloße Menge des Beweglichen im Raume, welches die Materie ausmacht, nicht aber etwa die Größe der Qualität derſelben wie die Anziehung oder Zurückſtoßung ſey. Denn nur die Menge des Bewegten kann einen Unterſchied in der Größe der Bewegung bey gleicher Geſchwindigkeit geben. Ueberhaupt iſt es unmöglich, die Quantität der Materie nach der Größe der urſprünglichen Kräfte, nemlich Zurückſtoßung oder Anziehung zu ſchätzen. Denn die eigene Bewegung der Materie iſt ein Prädikat, welches ihr Subjekt d. i. das Bewegliche beſtimmt, und folglich an einer Materie blos die Menge der bewegten Subſtanzen auſſerhalb einander angiebt, welches bey den urſprünglichen Kräften der Materie, deren Größe auch die Größe der Wirkung eines einzigen Subjektes ſeyn kann, nicht der Fall iſt.

§. 58.

Weil in einer Materie das Bewegliche im Raume das letzte mögliche Subjekt, und die Menge dieſes Beweglichen auſſerhalb einander die Quantität der Subſtanz iſt, ſo iſt auch die Größe der Materie als Subſtanz betrachtet, nichts weiter als die Menge aller Subſtanzen, woraus die Materie beſtehet. Hieraus folgt alſo, daß die Materie im Raume durch weiter nichts vermehret und vermindert werden könne, als durch Hinzuthun und Wegnehmen neuer Subſtanz. Bey allem Wechſel der Materie aber vergeht und

entſteht die Subſtanz niemals; mithin wird auch dadurch die Materie weder vermehret noch vermindert, ſondern bleibt immer im Ganzen genommen dieſelbe ſo, daß ſie beſtändig irgendwo in der Welt fort exiſtiret. Daraus folgt das erſte allgemeine Geſetz der Bewegung bewegter Materie: **Die Quantität der Materie bleibt bey allen Veränderungen der körperlichen Natur immer im Ganzen dieſelben unvermehrt und unvermindert.**

§. 59.

Ein jeder Körper als Gegenſtand äuſſerer Sinne kann keine Veränderung im Raume erleiden, als blos durch Bewegung. Ohne zureichenden Grund kann aber ein Körper weder aus der Ruhe in Bewegung, noch aus der Bewegung in Ruhe verſetzet werden. Dieſe Urſache läßt ſich jedoch unmöglich in dem Körper ſelbſt ſuchen, weil er ſchlechthin keine inneren Beſtimmungen zur Ruhe und Bewegung hat. Folglich iſt alle Veränderung des Körpers auf äuſſere Urſache gegründet, und daraus folgt das zweyte allgemeine Geſetz der Bewegung: **Ein jeder Körper verbleibet immerfort in dem Zuſtande der Ruhe oder der Bewegung, in derſelben Richtung mit derſelben Geſchwindigkeit, wenn ihn nicht eine äuſſere Urſache aus dieſem bringt.**

§. 60.

Dieſes Geſetz wird das **Geſetz der Trägheit** genannt (lex inertiae). Das Wort Trägheit will eigentlich nichts weiter ſagen, als die Lebloſigkeit der Materie, indem ſie als Materie gar keine innern Beſtimmungsgründe hat, Handlungen die Bewegung oder an deren Statt Ruhe hervorzubringen; mithin will der Satz der Trägheit nichts weiter ſagen, als alle Materie als Materie iſt leblos. Unmöglich kann man

man aber unter dem Geſetze der Trägheit, wie einige glauben, das Geſetz der einer jeden Wirkung gleichen Gegenwirkung verſtehen; denn dieſes Geſetz zeigt, was die Materie thut, jenes aber, was dieſe nicht thut, und dies iſt offenbar dem Worte Trägheit angemeſſener. Die oftmals ſehr irrigen Begriffe von der Trägheit findet man beſonders geſammlet in Gehlers phyſikal. Wörterb. Th. IV. S. 389 u. f. und Th. V. S. 892 u. f.

§. 61.

Vermöge der Trägheit muß der in Bewegung verſetzte Körper in der einmal erhaltenen Geſchwindigkeit gleichförmig, ſo wie in ſeiner Richtung beharren. Aendert ſich nun dieſe Geſchwindigkeit oder die Richtung, ſo kann man allemal mit Sicherheit ſchlieſſen, daß eine äuſſere Urſache da ſeyn müſſe, welche dieſe Veränderung bewirkt, und hieraus folgt, das dritte allgemeine Geſetz der Bewegung: **Eine jede Veränderung in Anſehung der Geſchwindigkeit oder der Richtung einer Bewegung iſt der bewegenden Kraft proportional, und erfolgt allemal nach der Richtung dieſer Kraft.** Denn es kann offenbar die Geſchwindigkeit in der Bewegung nicht mehr zunehmen, als die bewegende Kraft mehr Geſchwindigkeit hat, und die veränderte Richtung muß nach derjenigen Richtung geſchehen, nach welcher die bewegende Kraft treibt, weil nach dieſer hin zu gehen ein zureichender Grund da iſt.

§. 62.

Wenn alſo ein Körper mit gleichförmig beſchleunigter Bewegung fortgehen ſoll, ſo muß auch in jedem Augenblicke eine mit der Acceleration im gleichen Grade wachſende Kraft unmittelbar auf ihn wirken. Eine ſolche Kraft, welche die Beſchleunigung des Kör-

pers hervorbringt, ſo fern ſie auf alle Theile der Materie gleichförmig wirkt, heißt eben die **bewegende Kraft** (vis motrix), diejenige Kraft hingegen, welche auf einen jeden Theil der Materie wirkſam iſt, die **beſchleunigende Kraft** (vis acceleratrix). Es iſt alſo die bewegende Kraft dem Produkte der beſchleunigenden in die Quantität der davon afficirten Theile der Materie gleich. Setzt man die bewegende Kraft $= P$, die Quantität der Materie $= M$, und die beſchleunigende Kraft $= g$ ſo hat man $P = g.M$, folglich $g = \frac{P}{M}$. Man kann demnach folgende Vergleichung anſtellen $P : p = gM : gm = M : m$, wenn p die bewegende Kraft andeutet, welche die Quantität der Materie m zur Beſchleunigung antreibt. Hieraus folgt, daß

1. $PT : pt = CM : cm$ d. h. die bewegenden Kräfte durch die Zeiten multipliciret verhalten ſich wie die Produkte der erlangten Geſchwindigkeiten in die Quantitäten der Materie.
2. $PT^2 : pt^2 = S.M : ſ.m$ d. h. die bewegenden Kräfte mit den Quadraten der Zeiten multipliciret, verhalten ſich wie die Produkte aus den Wegen in die Quantitäten der Materie.

§. 63.

Das vierte allgemeine Geſetz der Bewegung heißt: **In aller Mittheilung der Bewegung ſind Wirkung und Gegenwirkung beſtändig einander gleich.** Es bewege ſich der Körper a (Fig. 11.) mit der Geſchwindigkeit ab im relativen Raume gegen den Körper b, welcher in Anſehung dieſes Raumes als ruhig betrachtet wird. Man theile nun die Geſchwindigkeit ab in c in zwey Theile, ſo daß ſich die Quantität der Materie a zur Quantität der Materie b umgekehrt wie bc zu ac ſich verhält; ferner ſtelle man ſich vor, der Körper a bewege ſich

im abſoluten Raume mit der Geſchwindigkeit ac, und der Körper b nebſt dem relativen Raume mit der Geſchwindigkeit bc in der Richtung bc, welche der ab gerade entgegengeſetzet iſt; ſo ſind nun die Größen beyder Bewegungen einander gleich (§. 56. n. 4.), und, da ſie ſich wechſelsweiſe aufheben, ſo kommen ſie auch im abſoluten Raume in Ruhe. Es war aber der Körper b mit der Geſchwindigkeit bc nebſt dem relativen Raume in der Richtung ba, welche der Richtung ab gerade entgegengeſetzet iſt, in Bewegung. Ob nun gleich die Bewegung des Körpers b durch den Stoß zernichtet wird, ſo geſchieht dies doch nicht bey dem relativen Raume. Daher beweget ſich der relative Raum nach dem Stoße in Rückſicht der beyden Körper a und b, welche im abſoluten Raume ruhen, mit der Geſchwindigkeit bc in der Richtung ba, oder, welches einerley iſt, die beyden Körper a und b bewegen ſich nach dem Stoße mit der Geſchwindigkeit bd = bc in der Richtung ad. Nun iſt aber die Größe der Bewegung des Körpers b mit der Geſchwindigkeit bc in eben der Richtung, folglich auch die Größe der Bewegung mit eben der Geſchwindigkeit bd = bc in eben der Richtung bd der Größe der Bewegung des Körpers a mit der Geſchwindigkeit und Richtung ac gleich; mithin iſt die Wirkung bd, welche der Körper b durch den Stoß im relativen Raume erhält, folglich auch die Wirkung ac des Körpers a der Gegenwirkung bc des Körpers b allemal gleich. Da nun Stoß, Zug und Druck blos in Anſehung der Richtung, nach welcher die Materien in ihrer Bewegung einander widerſtehen, von einander unterſchieden ſind, ſo folgt, daß in aller Mittheilung der Bewegung Wirkung und Gegenwirkung beſtändig einander gleich ſey.

§. 64.

Bey einer jeden Mittheilung der Bewegung muß demnach eine Gemeinſchaft der Bewegungen vorausgeſetzet werden. Daher kann kein Körper einen andern ſtoßen, welcher in Anſehung ſeiner ruhig iſt; und wäre dieſer ruhig in Anſehung des relativen Raumes, ſo geſchähe dies nur in ſo fern er mit dieſem Raume im gleichen Maaße aber in entgegengeſetzter Richtung bewegt wäre, und dieſe Bewegung würde dem erſten Körper zum relativen Antheil fallen, und verurſachen, daß die Größe der Bewegung erſt geſchätzt werden könnte, welche man dem Körper im abſoluten Raume beylegen würde. Denn es iſt unmöglich, daß eine Bewegung, welche in Anſehung eines andern Körpers bewegend ſeyn ſoll, abſolut ſeyn kann; iſt ſie aber relativ in Anſehung des letztern, ſo giebt es auch keine Relation im Raume, die nicht wechſelſeitig und gleich ſey.

§. 65.

Hieraus folgt nun, daß ein jeder Körper, ſo groß auch ſeine Maſſe iſt, durch den Stoß eines jeden andern Körpers, ſo klein auch ſeine Maſſe oder Geſchwindigkeit iſt, in Bewegung geſetzet werden müſſe. Denn der Bewegung des Körpers a in der Richtung ab iſt nothwendig die Bewegung des Körpers b entgegengeſetzet. Die beyden Bewegungen aber vernichten einander nach dem Stoße im abſoluten Raume, und hierdurch erhalten beyde Körper eine Geſchwindigkeit bd = bc in der Richtung des ſtoßenden; demnach iſt auch der Körper b für jede noch ſo kleine Kraft beweglich. Dies lehret auch die Erfahrung.

Anmerk. Dieſes Geſetz der einer jeden Wirkung gleichen Gegenwirkung wird mehrentheils durch Erfahrung ſo abgeleitet: ein jeder Körper, welcher in Bewegung verſetzt werden ſoll, erfordert

dert eine äuſſere Kraft; das, was die Anwendung dieſer Kraft nothwendig macht, damit Veränderung d. i. Bewegung oder Ruhe erfolgen kann, heißt Widerſtand (alſo doch auch Kraft). Weil nun bey dieſem Widerſtande die wirkende Kraft eine ſo große Veränderung leidet, als groß ihre Wirkung iſt, und dieſer Widerſtand der wirkenden Kraft gleichſam einen Theil entzieht, oder ſelbſt ganz aufhebt, ſo ſtellt man ſich dieſen Widerſtand als eine Wirkung vor, und nennt ſie Gegenwirkung. Man ſtellt ſich alſo die Sache ſo vor, als wenn die Bewegung des ſtoßenden Körpers in den andern übergetragen werde und zwar ſo, daß der bewegende Körper gerade ſo viel von ſeiner Bewegung verliere, als er dem bewegten ertheilet, bis er zuletzt dem bewegten gar keine mehr ertheilen kann, wenn beyde eine gleiche Geſchwindigkeit nach einerley Richtung erhalten haben. Allein der Uebergang der Bewegung von dem einen Körper auf dem andern erklärt eigentlich gar nichts, weil hier immer noch die Frage übrig bleibt, wie dieſe Möglichkeit zu begreifen ſey? und eben dies beruht gerade auf dem Grunde, woraus das Geſetz der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung hergeleitet werden muß. Ueberhaupt läßt ſich gar keine Mittheilung der Bewegung, welche das Geſetz der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung als nothwendige Bedingung bey ſich führet, anders denken, als ſo, daß man beyden Körpern urſprüngliche Kräfte, Zurückſtoßung oder Anziehung beylege, welche noch vor aller Bewegung vorausgehen; alsdenn muß aber bewieſen werden können, daß die Bewegung des Körpes a durch die Annäherung gegen b, mit der Bewe-

gung des Körpers b durch die Annäherung gegen a nothwendig verbunden ſey, und daß, wenn b als ruhig betrachtet wird, dies nur in ſo fern geſchehen könne, als er ſich mit dem relativen Raume zugleich mit gleicher Bewegung gegen a annähere. Wollte man dem Körper, welcher widerſtehet, eine beſondere Kraft unter dem Namen Trägheitskraft beylegen, wie einige gethan haben, ſo würde dies ein Wort ohne alle Bedeutung ſeyn. Denn der Bewegung eines Körpers kann nichts widerſtehen, als die Bewegung eines andern in entgegengeſetzter Richtung, keinesweges aber die Ruhe deſſelben. Trägheit alſo d. i. bloßes Unvermögen ſich von ſelbſt zu bewegen, kann gar keine Urſache des Widerſtandes ſeyn.

§. 66.

Das fünfte Geſetz der Bewegung iſt: Zwey gleiche Kräfte, welche in einerley Zeit auf einen Körper nach gerade entgegengeſetzten Richtungen wirken, heben ſich einander auf, und verurſachen keine Wirkung. (§. 31.).

Das ſechſte Geſetz der Bewegung iſt: Zwey ungleiche Kräfte, welche in einerley Zeit auf einen Körper nach gerade entgegengeſetzter Richtung wirken, heben ſich einander nicht auf, ſondern es folgt eine Bewegung nach der Richtung der größern Kraft, und zwar mit der Differenz beyder Kräfte. (§. 31.).

Das ſiebente allgemeine Geſetz der Bewegung iſt: Wenn ein Körper von zweyen Kräften zugleich nach der Lage der Seiten eines Parallelogramms angetrieben wird, ſo bewegt er ſich durch die Diagonallinie in eben der Zeit, worin er die Seiten durchlaufen

hätte, welche die Richtungen der beyden Kräfte abgeben. (§. 32.).

§. 67.

Eine jede geradlinichte Bewegung läßt ſich ſo betrachten, als wenn ſie von zweyen Kräften bewirket wäre, deren Richtungen einen Winkel einſchließen, zwiſchen welchen alſo jene geradlinichte Bewegung als Wirkung der beyden Seitenkräfte anzuſehen wäre, weil eine jede gerade Linie als die Diagonallinie eines Parallelogramms betrachtet werden kann. Daher läßt ſich auch eine jede Kraft in zwey andere zerlegen, welche zuſammen eben die Wirkung, wie jene einzige hervorbringen.

Würde ein Körper von zweyen oder mehreren Kräften zugleich angetrieben, welche aber nicht auf demſelben nach gerade entgegengeſetzten Richtungen wirken, ſo läßt ſich der Weg finden, welchen der Körper durchlaufen muß, wenn man zuerſt zwey Bewegungen zuſammenſetzet, dieſe wieder mit der dritten zuſammenſetzet u. ſ. f. Wenn z. B. der Körper a (Fig. 12.) durch die Kräfte ab, ac, ad, ae zu gleicher Zeit angetrieben würden, ſo nehme man zuerſt ab und ac und verzeichne das Parallelogramm abfc, die Diagonale af wird die mittlere Kraft ſeyn, deren Wirkung den Wirkungen beyder Kräfte ac und ab gleich iſt; daher ſetze man ferner aus af und ad das Parallelogramm afgd zuſammen, die Diagonale ag wird die Kraft beſtimmen, welche alle drey vorhergehende Kräfte zuſammen hervorbrachten; zuletzt wird die Diagonale ah die Richtung und die Kraft angeben, in und mit welcher ſich der Körper a hinbeweget.

§. 68.

Wenn ein Körper ſich gegen einen andern beweget, ſo iſt die Richtungslinie der Bewegung auf der

Fläche

Fläche dieſes Körpers entweder ſenkrecht oder ſchi
im erſten Falle heißt die Bewegung gerade, im
dern aber ſchief. Wenn alſo eine Kugel geſto
wird, ſo iſt dieſer Stoß gerade, wenn die Richtun
linie des Stoßes durch den Mittelpunkt der Ku
gehet, auſſerdem aber ſchief. Es ſey eine Kraft n
der Richtung ea (Fig. 13.) auf bc ſchief wirkſa
ſo kann man dieſe als eine mittlere von zweyen S
tenkräften zuſammengeſetzte Kraft nach den Richtu
gen ed und ec = da anſehen, wovon die erſte
mit bc parallel, die andere aber auf bc ſenkrecht i
Weil nun jene Richtung mit bc parallel, ſo kann
Kraft nach derſelben auf bc nicht wirken, folgl
wirkt nur die Kraft nach der auf bc ſenkrechten Ric
tung da. Hieraus folgt, daß eine jede Wirkung n
nach der ſenkrechten Linie des zu bewegenden Körpe
geſchehe, und daß bey einer ſchiefen Richtung nur e
Theil der Kraft wirke. Die Größe dieſes wirkende
Theils verhält ſich zur ganzen Kraft wie da : a
Je ſpitzer demnach der Winkel dae, folglich je ſchi
ſer die Richtung ea der angewandten Kraft gege
bc iſt, deſto kleiner iſt der auf bc wirkende Theil de
Kraft und umgekehrt.

§. 69.

Ein jeder bewegter Körper muß vermöge ſeine
Trägheit in ſeiner Bewegung eine gerade Linie durc
laufen, und in dieſer geradelinichten Bewegung ſ
lange verbleiben, bis eine äuſſere Urſache auf ih
wirkt, und eine Veränderung in dieſer Bewegun
hervorbringt. Wenn demnach ein Körper in eine
krummen Bahn ſich beweget, ſo kann man allemal mi
Sicherheit ſchließen, daß eine äuſſere Kraft ununter
brochen auf ihn wirken müſſe, um ſelbigen in de
krummen Bahn zu erhalten; denn auſſerdem würd
er ſich, ſo bald die Kraft auf ihn zu wirken aufhörte

i

in einer geraden Linie fortbewegen, welche als eine Tangente in dem Punkte der krummen Linie zu betrachten iſt, wo die Kraft unwirkſam geworden. Es ſey nemlich ad (Fig. 14.) ein Bogen, in welchem ſich ein Körper beweget, ab ſey für den Punkt a die Tangente dieſes Bogens, ac ſenkrecht auf ab und ae ſenkrecht auf cb, ſo hat man nach geometriſchen Beweiſen be : ea = ea : ec. Iſt nun der Bogen ad unendlich klein, in welchem der Körper in einem unendlich kleinen Augenblicke ſich beweget, ſo muß ea, mithin auch der Bogen ad in Vergleichung mit ce, und be in Vergleichung mit ea unendlich klein ſeyn. Nun verhält ſich ae : eb = ſin. tot. : tang eab, folglich iſt auch der Winkel eab unendlich klein. Es iſt demnach die Tangente ab von dem Bogen ad der Länge nach unendlich wenig verſchieden. Denn weil der Winkel eab unendlich klein iſt, ſo iſt ea mit ab parallel. Daraus folgt, daß man den unendlich kleinen Bogen als gerade, und als den Theil ab der Tangente betrachten kann. Sobald demnach der bewegte Körper in a iſt, ſo fängt er daſelbſt an, in der geraden Linie ab fortzugehen, und er würde wirklich in dieſer Tangente ſich fortbewegen, wenn von dieſem Augenblicke an die Kraft, welche ihn beſtändig ſeine Richtung zu verändern nöthiget, auf ihn zu wirken aufhörte.

§. 70.

Es kann die Richtung derjenigen Kraft, welche den bewegten Körper von der geradlinichten Bahn beſtändig ablenkt, und in einer krummen Linie ſich fortzubewegen nöthiget, nach einem unveränderlichen Punkte gerichtet ſeyn. Weil nun die Richtungen beyder Kräfte, nemlich der bewegenden Kraft des bewegten Körpers und derjenigen, welche dieſen von dem geraden Wege ablenket, einen Winkel einſchlieſ-

ſen, ſo kann man ſich vorſtellen, daß die Bewegung des Körpers nach der Diagonallinie erfolge, jedoch ſo, daß ſelbige unendlich klein ſey, und daß er folglich in jedem Punkte ſeiner Bahn unendlich kleine Diagonalen durchlaufen müſſe, weil die eine Kraft, die ihn beſtändig nach einem Punkte treibt, ſtetig von der geradlinigten Bahn ablenket. Es ſey die Richtung der Bewegung des Körpers a (Fig. 15.) nach der Tangente a b; eine Kraft aber, welche nach dem unveränderlichen Punkte c in der Richtung a c auf ſelbigen wirket, lenke ihn beſtändig von dem geraden Wege ab, um die krumme Linie a e k zu durchlaufen. Man ſtelle ſich anfänglich dieſe krumme Linie als ein Vieleck von unendlich vielen Seitenlinien vor, wo alſo die Punkte a, e, h, k u. ſ. unendlich nahe an einander liegen; alsdann muß man aber auch annehmen, daß die Kraft nach der Richtung a c nicht ſtetig, ſondern nur ſtoßweiſe wirket, und den bewegten Körper die Bewegung, welche er in ihn nach und nach in der unendlich kleinen Zeit, da er z. B. durch den Bogen a e geht, zuwege bringt, in der Mitte dieſer unendlich kleinen Zeit in m, wo er von ſeinem Wege am weiteſten ſich befindet, urplötzlich mittheilet. Auf dieſe Weiſe wird die ſich ſo vorgeſtellte Bahn von der wahren ſo wohl in der Richtung als auch in der Geſchwindigkeit unendlich wenig verſchieden ſeyn. Geſetzt nun, der Körper würde in dem erſten unendlich kleinen Zeittheilchen den Weg a b durchlaufen müſſen, in m zöge ihn aber die Kraft nach m d, ſo wird er nun die Diagonale m e des Parallellogramms m d e b durchlaufen. Wenn nun jetzt die Wirkung der Kraft nach der Richtung e c auf den Körper aufhörte, ſo würde er in dem folgenden unendlich kleinen Zeittheilchen nach der Richtung der Tangente e i gleichförmig fortgehen; da ihn aber die Kraft in f nach der Richtung f g ziehet, ſo muß er wiederum die Diagonale

fh des Parallellogramms fghi durchlaufen. Auf eben dieſe Weiſe wird ſich der Körper in dem dritten unendlich kleinen Zeittheilchen durch die Diagonale nk des Parallellogramms onlk u. ſ. f. bewegen.

§. 71.

Diejenige Kraft, welche den Körper von der Richtung der Tangente beſtändig ablenkt, und ihn in einer krummen Bahn zu gehen nöthiget, heißt die Centripetalkraft (vis centripeta), weil der Punkt c, wo man ſich die Urſache gedenket, welche den bewegten Körper anzieht, der Mittelpunkt der Kräfte (centrum virium) genennet wird. Die Bewegung ſelbſt heißt auch Centralbewegung. Weil nun die zuſammengeſetzte Bewegung ae (Fig. 16.) in die beyden Bewegungen ab und ad zerleget werden kann, wovon jene die Richtung der bewegenden Kraft des bewegten Körpers, und dieſe die Richtung der Centripetalkraft iſt, ſo nennt man auch die Kraft, welche nach der Richtung der Tangente ab wirkt, die Tangentialkraft (vis tangentialis), und dieſe, welche mit der Centripetalkraft einerley iſt, die Normalkraft (vis normalis). Die Tangentialkraft läßt ſich, wie eine jede einzelne Kraft, in zwey andere Kräfte zerlegen, und ſo anſehen, als wenn dieſe beyden Kräfte nach den Richtungen ab und be wirkten. Dieſer Theil be der Tangentialkraft ab, welcher in der Richtung der Linie bc iſt, heißt die Centrifugalkraft, Fliehkraft (vis centrifuga). Weil nun der Bogen ae als unendlich klein angenommen wird, ſo iſt auch be von ad nicht verſchieden, und es iſt daher die Centrifugalkraft der Centripetalkraft gleich, aber nur dieſer entgegengeſetzet. Wenn alſo die Centripetalkraft in a auf den Körper zu wirken aufhörte, ſo würde er in der gegebenen Zeit, da er den Bogen ae durchlaufen würde, von

dieſer Bahn um die Entfernung be entfliehen. Aus dieſem Grunde heißt auch be für dieſe Zeit das Maaß der Centripetalkraft (menſura vis centripetae). Beyde Kräfte, nemlich die Centripetal- und Centrifugalkraft zuſammen genommen heißen die **Centralkräfte** (vires centrales).

§. 72.

Man ſieht hieraus, daß zwey Kräfte nöthig ſind, um einen bewegten Körper in ſeiner krummen Bahn zu erhalten, nemlich die Normal- und Tangentialkraft. Sobald eine von dieſen beyden Kräften unwirkſam wird, ſo muß alsdenn die andere Kraft ihre ganze Wirkung gegen den bewegten Körper ausüben. Würde nemlich die Normalkraft unwirkſam, ſo müßte der bewegte Körper in ſeiner Richtung nach der Tangente fortgehen; würde aber die Tangentialkraft unwirkſam, ſo müßte der Körper nach dem unveränderlichen Punkte c hin ſich bewegen.

§. 73.

Alle Bewegung, ſie mag geradlinicht oder krummlinicht ſeyn, iſt eigentlich nur in der Erſcheinung gegeben, weil ſie blos durch äuſſere Sinne vorgeſtellet wird. Damit nun das Bewegliche im Raume als ſolches ein Gegenſtand der Erfahrung werde, muß die Materie ſelbſt in Anſehung der Bewegung, welche ihr als Prädikat zukommt, als beſtimmt gedacht werden. Bey der Bewegung als Veränderung der äuſſern Verhältniſſe im Raume kann aber auf zweyerley Rückſicht genommen werden, wovon das eine eben ſo gut wie das andere in Anſehung der Veränderung im Raume ſtatt finden kann, indem nemlich entweder die Materie als bewegt und der Raum ruhig, oder der Raum als bewegt und die Materie als ruhig in der Erſcheinung anzunehmen verſtattet iſt. In Anſehung

ſehung der Erfahrung kommt es alſo darauf an, ob erſtlich das eine oder das andere als gleichgültig, oder zweytens das eine mit Ausſchließung des andern, oder endlich drittens beydes als bewegt vorgeſtellet werden müſſe.

§. 74.

Bey der geradlinichten Bewegung iſt die Bewegung eines Körpers in Anſehung eines relativen Raumes zum Unterſchiede der entgegengeſetzten Bewegung des relativen Raumes, ein blos mögliches Prädikat. Eben daſſelbe auſſer aller Beziehung auf irgend eine Materie d. h. als abſolute Bewegung gedacht, iſt unmöglich.

Beweis.

Es iſt bereits ſchon oben erwieſen worden, daß es in der Erſcheinung gleichgeltend iſt, ob die Materie ruhe und der Raum mit gleicher Geſchwindigkeit aber in entgegengeſetzter Richtung ſich bewege, oder ob der relative Raum ruhe, und dagegen die Materie ſich bewege. Hier kommt es nun darauf an, darzuthun, ob dieſes auch dem Verhältniſſe der Materie zum Subjekte zukomme. Wenn ſich der Zuſchauer in demſelben Raume als ruhig ſtellt, ſo heißt ihn der Körper bewegt, ſtellt er ſich aber wenigſtens in Gedanken in einen andern Raum, welcher den relativen einſchließt, in Anſehung deſſen auch der Körper ruhig iſt, ſo heißt jener relative Raum bewegt. Demnach iſt es auch in der Erfahrung einerley, ob ſich der Körper im relativen Raume bewege, und der Raum ruhe, oder ob ſich der relative Raum bewege, und der Körper im abſoluten Raume ruhe. Weil alſo dadurch unſer Urtheil die freye Wahl erhält, eins von den zweyen entgegengeſetzten Prädikaten, welche nur in Anſehung des Subjektes und ſeiner Vorſtellungsart von einander unterſchieden ſind, als gleichgeltend anzunehmen;

ſo iſt es auch durch den Begriff der Bewegung an ſich unbeſtimmt, mithin gleichgeltend, ob der Körper im relativen Raume, oder dieſer in Rückſicht jenes als bewegt vorgeſtellet werde. Es iſt aber das, was in Rückſicht zweyer einander entgegengeſetzter Prädikate an ſich unbeſtimmt iſt, blos möglich. Folglich iſt auch die geradlinichte Bewegung eines Körpers im relativen Raume zum Unterſchiede von der entgegengeſetzten gleichen Bewegung des relativen Raumes, ein blos mögliches Prädikat. Da ferner die Veränderung der äuſſern Verhältniſſe zum Raume d. i. Bewegung nur in ſo fern ein Gegenſtand der Erfahrung iſt, als die Bewegung der Materie im Raume, oder Bewegung des Raumes und Ruhe der Materie ein Gegenſtand der Erfahrung iſt; der abſolute Raum aber gar keine Realität hat, und daher in der Erfahrung nichts iſt, ſo iſt die geradlinichte Bewegung ohne Beziehung auf einen relativen Raum d. i. abſolute Bewegung unmöglich.

§. 75.

Die Kreisbewegung eines Körpers iſt zum Unterſchiede von der entgegengeſetzten Bewegung des Raumes ein wirkliches Prädikat derſelben; im Gegentheil iſt die entgegengeſetzte Bewegung des Raumes ſtatt der Bewegung des Körpers, kein wirkliches Prädikat derſelben, ſondern nur Schein, wenn ſie davor gehalten wird.

Beweis.

Eine jede krummlinichte Bewegung mithin auch eine Kreisbewegung kann als eine in jedem Augenblicke veränderte geradlinichte Bewegung betrachtet werden (§. 71.). Weil nun ſelbſt die geradlinichte Bewegung eine beſtändige Veränderung der äuſſern Verhältniſſe im Raume iſt, ſo muß auch die Kreisbewegung eine beſtändige Veränderung der Veränderung die-

dieſer äuſſern Verhältniſſe ſeyn. Da aber eine jede veränderte Bewegung eine äuſſere Urſache voraus-ſetzet; jedoch aber der Körper in einem jeden Punkte des Kreiſes nach der Richtung der Tangente zu ent-fliehen ſuchet, welche jener Urſache entgegen wirket, ſo beweiſet ein jeder Körper in der Kreisbewegung eine bewegende Kraft. Da nun die Bewegung des Raumes zum Unterſchiede der Bewegung des Kör-pers ohne alle bewegende Kraft gedacht werden muß, ſo hat unſer Urtheil auch hier keine freye Wahl, das eine von zweyen einander entgegengeſetzten Prädikaten als gleichgeltend anzunehmen. Wenn alſo die eine Bewegung des Körpers im Kreiſe als ein Prädikat geſetzet werden muß, ſo muß offenbar die Bewegung des Raumes in entgegengeſetzter Richtung ausgeſchloſſen ſeyn. Mithin iſt auch die Kreisbewegung eines Körpers zum Unterſchiede der entgegengeſetzten Bewegung des relativen Raumes wirkliche Bewegung, und daher die Bewegung des relativen Raumes, wenn ſie in der Erſcheinung als ein wirkliches Prädikat betrachtet werden ſollte, nur Schein.

§. 76.

In einer jeden Bewegung eines bewegten Kör-pers, dadurch er in Abſicht eines andern Körpers be-weget iſt, iſt eine entgegengeſetzte gleiche Bewegung des letztern nothwendig.

Beweis.

Die Mittheilung der Bewegung der Körper iſt nur durch die Gemeinſchaft der urſprünglich bewegen-den Kräfte, und dieſe nur durch gleiche und entgegen-geſetzte Bewegung möglich. Folglich iſt die Bewe-gung beyder wirklich. Da aber dieſe Wirklichkeit der Bewegung keine äuſſere Kräfte wie im vorigen §. vorausſetzet, ſondern ganz allein auf den äuſſern Ver-hältniſſen des bewegten Körpers im Raume zu einem

jeden andern dadurch beweglichen unmittelbar beruhet, ſo iſt die Bewegung des letztern nothwendig.

§. 77.

Wenn ein Körper in einer krummlinichten Bewegung in dem erſten unendlich kleinen Zeittheilchen den Bogen ae (Fig. 15.), in dem andern dem erſten gleichen Zeittheilchen den Bogen eh, in dem dritten den Bogen hk u. ſ. f. durchläuft, ſo muß das Dreyeck cme = dem Dreyecke cmb ſeyn; denn es iſt be mit mc parallel und mc die gemeinſchaftliche Grundlinie beyder Dreyecke; ferner iſt am = mb, und ac die gemeinſchaftliche Höhe beyder Dreyecke amc und cmb, folglich auch das Dreyeck amc = mcb = mce. Eben ſo iſt das Dreyeck cfh = dem Dreyeck fci, weil ih parallel mit cf und cf die gemeinſchaftliche Grundlinie iſt. Weil aber auch ef = fi und ec die gemeinſchaftliche Höhe beyder Dreyecke ecf und fci, ſo iſt das Dreyeck fci = ecf = cfh = emc u. ſ. f. Es läßt ſich alſo vom ganzen Ausſchnitte ack ſagen, daß er eben ſo viele unendlich kleine Ausſchnitte wie ace enthält, ſo viel die Zeit T, binnen welcher der Körper den Bogen ak zurückgeleget hat, gleiche unendlich kleine Zeittheilchen enthält. Wenn nun hier wie in der Geometrie eine jede aus dem Punkte c auf irgend einen Punkt der krummen Linie gerade gezogene Linie wie ca, ce u. ſ. der Radius Vektor genennet wird, ſo folgt bey der Centralbewegung unläugbar, daß ſich die Zeiten, in welchen verſchiedene Bogen der krummen Linie von dem Körper durchlaufen werden, wie die Ausſchnitte, welche der Radius Vektor beſchreibt, verhalten. Wäre die krummlinichte Bahn, welche der Körper durchläuft, ein Kreis, ſo ſieht man leicht, daß der Körper in gleichen Zeiten gleiche Bogen durchlaufen müſſe, weil dazu gleiche Kreisausſchnitte gehören,

deren

deren Bogen nach Beweiſen der Geometrie einander gleich ſind. Wäre aber die krummlinichte Bahn kein Kreis, ſo können auch die Bogen, welche in gleichen Zeiten von dem Körper durchlaufen werden, nicht gleich groß ſeyn.

§. 78.

Weil dieſe Bewegung gleichförmig iſt, ſo verhalten ſich auch die Geſchwindigkeiten wie die Räume am me, ef, fh u. ſ. oder wie die Grundlinien der Dreyecke acm, cme, cef u. ſ. Weil nun alle dieſe Dreyecke gleiche Quadratinhalte haben, ſo verhalten ſich die Grundlinien umgekehrt wie ihre Höhen d. i. umgekehrt wie die aus dem Mittelpunkte der Kräfte c auf die Grundlinien ſenkrecht gezogenen Linien; alſo verhalten ſich auch die Geſchwindigkeiten ſo. Weil nun ferner die Grundlinien der Dreyecke ſich wie die gedoppelten Flächeninhalte durch jene ſenkrechte Linien dividiret verhalten, ſo ſind auch die Geſchwindigkeiten in dem Verhältniſſe der Räume, welche in gleichen Zeiten durchlaufen ſind, multipliciret mit jenen ſenkrechten Linien verkehrt genommen. Nimmt man nun an, daß die Centripetalkraft ſtetig wirket, ſo wird die Linie, in welcher ſich der Körper beweget, eine krumme Linie. Sind die Zeittheilchen ſelbſt unendlich klein, ſo können auch die Bogen op, pe u. ſ. mit den Tangenten am, me u. ſ. für einerley gehalten werden. Daraus folgt, daß die Geſchwindigkeiten in verſchiedenen Punkten der krummen Linie ſich verhalten umgekehrt wie die Linien, welche aus dem Mittelpunkte der Kräfte auf die Tangente der krummen Linie an dieſe Punkte ſenkrecht gezogen ſind, oder wie die Produkte der beſchriebenen Ausſchnitte mit dieſen ſenkrechten Linien verkehrt multipliciret. Wäre die krumme Linie ein Kreis, ſo würde auch die Geſchwindigkeit in allen Punkten deſſelben

 gleich,

gleich, folglich die Bewegung gleichförmig ſeyn. Je mehr demnach die krummlinichte Bahn einem Kreiſe nahe kömmt, deſto mehr muß auch die Bewegung der Gleichförmigkeit nahe kommen. In allen krummen Bahnen alſo muß die Geſchwindigkeit von denen Stellen, welche dem Mittelpunkte der Kräfte näher liegen, größer ſeyn, als in den entfernteren.

§. 79.

Wenn die krummen Linien, in welchen ſich die Körper bewegen, in ſich ſelbſt zurückkehrende Linien ſind, wie der Kreis und in der höhern Geometrie die Ellipſe, ſo werden diejenigen Zeiten, welche die Körper in ſolchen krummlinichten Bahnen gebrauchen, um in ihrer Bewegung wieder zu der Stelle zu kommen, wo ihre Bewegung zu Anfange der Zeiten gerechnet wurde, die Umlaufszeiten genennt. Die Umfänge, welche die Körper durchlaufen, ſind alſo die Wege, welche ſie in dieſen Zeiten zurücklegen. Setzt man nun dieſe Umfänge P, p, die Geſchwindigkeiten C, c, und die Umlaufszeiten T, t, ſo hat man $T : t = Pc : pC$ (§. 23.) d. h. bey der Centralbewegung verhalten ſich die Umlaufszeiten wie die Produkte der Umfänge mit den verkehrten Geſchwindigkeiten multipliciret. Wenn aus dem Mittelpunkte der Kräfte ein Kreis beſchrieben wird, deſſen Flächeninhalt dem Flächeninhalte der vom Körper durchlaufenen Bahn gleich iſt, alsdenn aber angenommen wird, daß der Körper in dieſem Kreiſe mit einer Geſchwindigkeit ſich bewege, welche zwiſchen der größten und kleinſten Geſchwindigkeit der wahren Bewegung die mittlere iſt, ſo erhellet, daß der Körper mit gleichförmiger Geſchwindigkeit im Kreiſe in eben der Zeit umlaufe, als er ſeine wirkliche Bahn durchläuft. Auf dieſe Weiſe läßt ſich eine jede krummlinichte Bewegung auf die Bewegung im Kreiſe bringen. Die Halbmeſſer eines ſolchen

Krei

Kreiſes werden alsdenn die mittleren Entfernungen des Körpers von dem Mittelpunkte der Kräfte genennt. Nimmt man die Peripherien zweyer ſolcher Kreiſe Q, q, die Geſchwindigkeiten V, v, und die mittleren Entfernungen D, d, ſo hat man vermöge des vorigen §. T : t = Qv : qV. Weil nun Q : q = D : d nach geometriſchen Beweiſen, ſo iſt auch T : t = Dv : dV d. h. die Umlaufszeiten der im Kreiſe bewegten Körper verhalten ſich wie die Produkte aus den mittleren Entfernungen in die verkehrten Geſchwindigkeiten. Es iſt ferner V : v = Qt : qT (§. 23.), folglich auch V : v = Dt : Td d. h. die Geſchwindigkeiten verhalten ſich wie die Produkte aus den mittleren Entfernungen mit den verkehrten Umlaufszeiten.

§. 80.

Wenn ein Körper vermittelſt der Centralkräfte gezwungen iſt, einen Kreis zu durchlaufen, ſo muß allemal die Centripetalkraft der Centrifugal- oder Schwungkraft gleich ſeyn, weil die Entfernung des Körpers vom Mittelpunkte der Kräfte in allen Punkten gleich bleibet. Beſchreibet demnach der Körper eine andere Bahn, ſo muß auch die Schwungkraft bald größer bald kleiner als die Centripetalkraft ſeyn, nachdem ſich der Körper vom Mittelpunkte der Kräfte bald mehr bald weniger entfernet. Um die Größe der Centripetalkraft zu finden, mit welcher der Körper in der Kreisbewegung nach dem Mittelpunkte der Kräfte getrieben wird, nehme man den Bogen ae (Fig. 16.), welchen der Körper in einer als Eins angenommenen Zeit zurückeleget, ſo klein an, daß er mit der Tangente ab für einerley gehalten werden kann. Zieht man ed auf fa ſenkrecht, mithin mit ab parallel, ſo iſt de im Verhältniſſe mit df und ad im Verhältniſſe mit de unendlich klein (§. 69.). Daraus

aus erhellet, daß auch der Winkel afb unendlich klein ſey, und daher fa mit fb parallel gehe. Weil nun der Bogen ae für eine gerade Linie betrachtet werden kann, ſo wird auch der Winkel fea = fde = fab = einem rechten Winkel und be = da ſeyn. Hieraus folgt wegen der Aehnlichkeit der beyden Dreyecke fae und aed folgende Proportion ad : ae = ae : af mithin $ad . af = ae^2$ und $ad = \frac{ae^2}{af}$. Man ſetze die Centripetalkraft = P = ad, die Entfernung vom Mittelpunkte der Kräfte = D = ac, den in der angenommenen Zeiteinheit durchlaufenen Bogen = β = ae und die Geſchwindigkeit = V, ſo iſt $P = \frac{\beta^2}{2D}$. Weil aber bey gleichen Zeiten die Geſchwindigkeiten wie durchlaufenen Räume ſich verhalten, ſo läßt ſich für β auch die Geſchwindigkeit V ſetzen, und man hat ebenfalls $P = \frac{V^2}{2D}$ d. h. die Centripetalkraft eines Körpers in der Kreisbewegung iſt gleich dem Quotienten aus dem Quadrate des in der Zeiteinheit durchlaufenen Bogens durch die gedoppelte Entfernung des Körpers von dem Mittelpunkte der Kräfte dividiret; oder auch ſie iſt dem Quotienten aus dem Quadrate der Geſchwindigkeit durch dieſe doppelte Entfernung vom Mittelpunkte dividiret gleich.

§. 81.

Wenn zwey Körper in a (Fig. 17.) und d binnen der Zeit T ihre Kreisumlaufe vollenden, ſo wird der erſte Körper in der Zeit t den eben ſo vielten Theil ſeiner Peripherie durchlaufen, welchen der andere von ſeiner Peripherie durchläuft, oder wenn der Körper a in f iſt, ſo muß der andere d in g ſeyn. Sind die Bogen af und dg unendlich klein, ſo drucken bf und eg die Maaße der Centripetalkräfte

aus.

aus. Nun verhält ſich der Bogen af zu dem Bogen dg = ac : dc; aber ac und dc ſind die Entfernungen der Körper a und d von dem Mittelpunkte der Kräfte, folglich verhalten ſich auch die Bogen af und dg wie dieſe Entfernungen von dem Mittelpunkte. Ferner verhalten ſich die Centripetalkräfte bf und eg wie die Quotienten aus den Quadraten der Bogen durch die gedoppelten Entfernungen dividiret (§. 80.); alſo verhält ſich bf : eg = $\frac{af^2}{2ac} : \frac{eg^2}{2dc}$. Nimmt man den Halbmeſſer ac = n, und den dc = 1, ſo ſind auch die Bogen af und dg = n : 1, und es wird bf : eg = $\frac{n^2}{2n} : \frac{1}{2} = \frac{1}{2}n : \frac{1}{2} = n : 1$ d. h. Wenn zwey Körper zu ihren verſchiedenen Kreisumlaufen gleiche Umlaufszeit gebrauchen, ſo verhalten ſich die Centripetalkräfte wie die Entfernungen von dem Mittelpunkte der Kräfte.

§. 82.

Man nehme an, es haben zwey Körper eine Kreisbewegung, ſo daß in einer als Eins angenommenen Zeit der eine Körper den Weg (Fig. 16.) ae, und der andere den Weg ag durchläuft, ſo werden ſich die Centripetalkräfte verhalten wie $\frac{ae^2}{2ac} : \frac{ag^2}{2ac} = ae^2 : ag^2$. Verhalten ſich nun die Bogen ae : ag = 1 : n, und es wird die Entfernung vom Mittelpunkte der Centralkräfte ac = 1 geſetzet, ſo verhalten ſich die Centripetalkräfte = 1 : n^2. Da ſich ferner bey gleichen Zeiten die Wege wie die Geſchwindigkeiten verhalten, ſo werden ſich auch die Centripetalkräfte = $\frac{V^2}{2ac} : \frac{v^2}{2ac} = V^2 : v^2$ verhalten d. h. Wenn zwey Körper mit verſchiedenen Geſchwindigkeiten krumme Bahnen durchlaufen, ſo verhalten ſich die

die Centripetalkräfte wie die Quadrate der Entfernung von dem Mittelpunkte der Centralkräfte, oder wie die Quadrate der Geſchwindigkeiten.

§. 83.

Wenn der Körper a (Fig. 17.) den Bogen af in der Zeit t durchläuft, da der andere Körper d in eben dieſer Zeit den Bogen dh = af zurückeleget, folglich beyde Körper gleiche Geſchwindigkeit mithin ungleiche Umlaufszeiten beſitzen, ſo werden die Centripetalkräfte ſich verhalten $= \frac{af^2}{2ac} : \frac{dh^2}{2dc} = \frac{1}{2n} : \frac{1}{2} = 1 : n$ d. h. Wenn zwey Körper in verſchiedenen Kreiſen mit gleichen Geſchwindigkeiten, folglich ungleichen Umlaufszeiten ſich bewegen, ſo verhalten ſich die Centripetalkräfte umgekehrt wie die Entfernungen von dem Mittelpunkte der Kräfte. Die kreisförmige Bahn anmo ſey n mal größer als die kreisförmige Bahn dhpq, und jene werde in der Zeit $T = n$, und dieſe in der Zeit $t = 1$ durchlaufen. Nun verhalten ſich die Centripetalkräfte $= \frac{V^2}{2D} : \frac{v^2}{2d} = \frac{V^2}{D} : \frac{v^2}{d}$; es iſt aber $V = \frac{anmo}{T}$ und $v = \frac{dhpo}{t}$, folglich $V^2 = \frac{anmo^2}{T^2}$ und $v^2 = \frac{dhpq^2}{t^2}$, folglich verhalten ſich die Centripetalkräfte $= \frac{anmo^2}{T^2 D} : \frac{dhpq^2}{t^2 d}$; weiter iſt $anmo^2 : dhpq^2 = D^2 : d^2$ folglich verhalten ſich jene Kräfte $= \frac{D}{T^2} : \frac{d}{T^2} = \frac{1}{n} : 1 = 1 : n$ d. h. Wenn die Entfernungen vom Mittelpunkte der Kräfte zweyer in Kreisbewegungen befindlicher Körper ſo wie ihre Umlaufszeiten ungleich groß ſind, ſo verhalten ſich die Centripetalkräfte wie die Quotien-

ten

ten der Entfernungen vom Mittelpunkte durch die Quadrate der Zeiten dividiret. Man nehme nun noch an, es verhielten ſich die Quadrate der Umlaufszeiten wie die Würfel der Entfernungen von dem Mittelpunkte der Kräfte, oder es ſey $T^2 : t^2 = D^3 : d^3$, ſo verhalten ſich auch die Centripetalkräfte $= \frac{D}{D^3} : \frac{d}{d^3} = \frac{1}{D^2} : \frac{1}{d^2} = d^2 : D^2$ d. i. umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen vom Mittelpunkte der Kräfte.

M. ſ. *Chriſt. Hugenius* de vi centrifuga in ſeinen opuſcu. poſthu. T. II. Amſtelod. 1728. 4. *Newton* princip. philoſ. natur. mathem. Lond. 1687. 4. *Bernoulli* Memoi. de Paris 1710. und oper. Lauſan. 1742. IV. Vol. 4. Käſtners Anfangsgründe der höhern Mechanik.

Drittes Kapitel.

Von der Cohärenz.

---

§. 84.

Wenn die Theile eines Körpers von einander getrennet werden ſollen, ſo fühlt man, daß hierzu eine gewiſſe Gewalt erforderlich iſt, um dieſe Theilung zu bewirken. Dieſes Phänomen, welches man bey allen Körpern durch die Erfahrung beſtätiget findet, hat den Namen der Cohäſion oder des Zuſammenhanges erhalten. Jedoch zeigt ſich dieſes Phänomen allererſt bey der unmittelbaren Berührung der materiellen Theile, und es kann durch keinen einzigen entſcheidenden Verſuch dargethan werden, daß die Cohäſion nur in irgend einer Entfernung wirkſam wäre.

wäre. Vermöge der Erfahrung muß man freylich dieſe Cohäſion als eine allgemeine Eigenſchaft der Materie annehmen, welche ſich aber aus dem Begriffe der Materie keinesweges folgern läßt. Es bleibt alſo auch immer noch eine Ungewißheit zurück, ob dieſes Phänomen einfach oder zuſammengeſetzt ſey.

§. 85.

Wenn die Cohäſion der Theile einer Materie ganz aufgehoben oder ihr Quantum vermindert wird, ſo ſagt man, ihre Theile werden von einander getrennt. Der Widerſtand gegen die Trennung der ſich berührenden Materien, heißt die **Cohärenz** oder die **Cohäſionskraft**. Dieſer Widerſtand muß deswegen als Kraft betrachtet werden, weil er als Urſache diejenige Kraft, welche die Trennung der Theile bewirken will, entweder vermindert oder gar aufhebet. Man nennt auch dieſe Kraft **anziehende Kraft, Kraft der Attraktion**, weil die Materien in ihrer Berührung wechſelſeitig ſich gleichſam anzuziehen ſcheinen. Man könnte dieſes Wort wohl gelten laſſen, wenn es bloß das durch die Cohäſion bewirkte Phänomen bezeichnete; da es aber leicht mit der Anziehung, welche auch in die Ferne wirket, verwechſelt werden, und zu vielen irrigen Folgen leiten könnte; ſo iſt es ſicherer, ſich lieber des Ausdrucks Cohärenz oder Cohäſionskraft zu bedienen.

Anmerk. Ueber die Urſache des Zuſammenhanges iſt viel geſtritten worden. **Jakob Bernoulli** in diſſert. de gravitate aetheris. Amſtel. 1683. 8. und in ſein. oper T. I. p. 45. nimmt an, der Zuſammenhang der Theile eines Körpers würde durch den bloßen Druck einer äuſſern auf ſie wirkenden feinen flüſſigen Materie (Aether) bewirket. Dieſer Hypotheſe ſcheint auch ſelbſt **Newton** und **Kant** in ſei-

nen

nen metaphyſ. Anfangsgr. der Naturw. S. 156. nicht abgeneigt zu ſeyn. Allein es bleibt hier immer noch unerklärbar, wie eine ſo feine Materie, welche ſelbſt die Körper durchdringen muß, einen ſo großen Ueberſchuß des Drucks von auſſen her über den innern Gegendruck bewirken könne. Eigentlich zu ſagen wiſſen wir von der Cohäſionskraft gar nichts; wir erfahren wohl ihre Wirkung, aber ihre wirkende Urſache bleibt noch ein Geheimniß der Natur. Herr Hube (vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. Leipzig 1793. II. Band. 13 Brief. S. 99.) nimmt als die Grundurſache der Cohäſion das elektriſche Anziehen an; er ſagt nemlich, es ſcheint das elektriſche Anziehen das allgemeine Anziehen zwiſchen den Theilchen aller Körper zu ſeyn, weil es ſich weder nach der Maſſe der Körper noch nach der Dichte der Theilchen richte. Nach den Verſuchen des Herrn Cavallo ſollen alle Körper obgleich nur unmerklich, beſtändig elektriſch ſeyn, und es wäre beynahe unglaublich, wie ſehr langſam eine ſehr ſchwache Elektricität ſich noch mehr verringere, wenn gleich der Körper, der ſie hat, nicht iſolirt, ſondern allenthalben mit Leitern umgeben wäre. Zwar ſtieſſen ſich die poſitiven und negativen elektriſchen Materien beyder zurück; allein das Zurückſtoßen ſey allemal ſchwächer als das Anziehen, und ſo würden auch die Theilchen der Körper bald ſchwächer bald ſtärker gegen einander angezogen nach Beſchaffenheit der Vermiſchung beyder elektriſchen Materien in den Körpern. Da wir aber von der Urſache der Elektricität noch eben ſo wenig als von der Cohäſion wiſſen, und die Materie als Materie keine weſentliche Elektri-

Bayerische Staatsbibliothek München

cität vorausſetzet, ſo ſcheint mir auch dieſe Erklärung unzulänglich zu ſeyn.

§. 86.

Die Cohäſionskraft wirket bey verſchiedenen Materien auch ſehr verſchieden, und allem Vermuthen nach liegt der Grund der Verſchiedenheit dieſer Wirknng in den ſpecifiſch verſchiedenen ungleichartigen Materien, und in dem Grade der Erfüllung ihrer Räume d. i. in der Dichtigkeit. Man hat aber noch kein allgemeines Geſetz ausfindig machen können, nach welchem ſich die Größe dieſer Kraft richtete. Sie läßt ſich allein aus dem Widerſtande ermeſſen, welchen die zuſammenhängenden Theile derjenigen Kraft entgegenſetzen, welche ſie von einander trennen will.

§. 87.

Eine Materie, deren Theile ungeachtet ihres Zuſammenhanges dennoch von einer noch ſo kleinen bewegenden Kraft an einander verſchoben werden können, heißt flüſſig. Es werden aber die Theile an einander verſchoben, wenn ſie genöthiget ſind, ohne das Quantum der Berührung zu vermindern, dieſe unter einander zu verwechſeln. Solche Körper, deren Theile vermittelſt einer jeden Kraft nicht ſogleich verſchoben werden können, welche folglich mit einem gewiſſen Grade der Kraft dem Verſchieben der Theile widerſtehen, heißen feſte oder ſtarre Körper (corpora rigida). Das Hinderniß des Verſchiebens der materiellen Theile an einander, heißt die Reibung. Es erleidet demnach die flüſſige Materie in ihrer Theilung keine Reibung. Gemeiniglich ſetzt man aber unrichtig den Unterſchied der flüſſigen und feſten Materie in den geringern und größerm Grade des Zuſammenhanges ihrer Theile. Denn in Anſehung einer flüſſigen Materie kommt es gar nicht auf

den

den Grad des Widerſtandes an, welchen ſie dem Zerreiſſen der Theile, ſondern ganz allein der Verſchiebbarkeit der Theile entgegenſetzet. Jener Grad kann ſo groß als man will ſeyn, ſo iſt doch dieſer in einer flüſſigen Materie jederzeit = o. Man ſtelle ſich z. B. ein Waſſertheilchen innerhalb einer Menge Waſſers vor. Wenn auch dieſes Theilchen von den angränzenden Waſſertheilchen durch die Cohäſionskraft nach der einen Seite noch ſo ſtark angezogen würde, ſo werden die angränzenden Theilchen auf der andern Seite daſſelbe eben ſo ſtark nach entgegengeſetzter Richtung anziehen, mithin heben ſich beyde Wirkungen wechſelſeitig gegen einander auf, und das Waſſertheilchen iſt eben ſo beweglich wie im leeren Raume; denn die Kraft, welche es bewegen ſoll, hat gar keinen Zuſammenhang aufzuheben, ſondern nur wie bey jeder Bewegung die Trägheit zu überwinden, welches bey allen Materien, wenn ſie auch nicht zuſammenhängen, geſchehen müßte. Daraus iſt alſo offenbar, daß auch bey einem noch ſo großen Zuſammenhange der Theile einer Materie ihrer Flüſſigkeit nicht der mindeſte Abbruch geſchehen könne.

Anmerk. Die mancherley Verſuche, welche von den Naturforſchern zur Begründung eines ſchwachen Zuſammenhanges der Theile einer flüſſigen Materie angegeben werden, beweiſen das nicht, was ſie beweiſen ſollen. Es genüget hier nur ein Paar anzuführen.

1. Von zweyen Pendeln befindet ſich das eine in der Luft das andere im Waſſer, beyde werden in gleichen Winkeln gehoben, und zu gleicher Zeit losgelaſſen, das im Waſſer verlieret ſeine Bewegung nach einigen Schwingungen ganz, da das in der Luft noch eine geraume Zeit in Bewegung bleibt. Nun ſoll der ſchnelle Verluſt der Bewegung des im Waſſer ſchwankenden Pendels davon herrühren, daß ſich der Trennung der Theile des

Waſſers mehr Widerſtand entgegenſetzet, als der Trennung der Theile der Luft. Daß hier aber keine Trennung weder der Lufttheile noch der Waſſertheile ſtatt findet, erhellet aus dem Geſagten. Denn die Trennung der Theile ſetzt voraus, daß die Cohäſion der Theile entweder ganz aufgehoben oder wenigſtens ihr Quantum vermindert wird. Nun werden aber die Wirkungen, welche von der Cohäſionskraft der Lufttheilchen ſowohl als der Waſſertheilchen herrühren, wechſelſeitig gegen einander aufgehoben, folglich müſſen ſich dieſe Theilchen innerhalb der Luftmaſſe und des Waſſers eben ſo wie im leeren Raume bewegen. Der Verluſt der Bewegung der Pendeln zeigt alſo gar keinen Zuſammenhang der Theilchen der flüſſigen Materien an, ſondern er rührt bloß von dem Widerſtande dieſer Theilchen her, welche durch die Bewegung der Pendeln fortgeſchoben werden. Die Urſache des größern Verluſtes der Bewegung des Pendels im Waſſer iſt, weil dieſes eine größere Dichtigkeit als die Luft beſitzet, mithin das Pendel mehr materielle Theile fortſchieben, dadurch aber in ſeiner Bewegung einen größern Widerſtand erleiden muß.

2. Wenn Waſſer in einer Dampfkugel, welche auf einer Spitze ruhet, und um ſelbige ſehr beweglich iſt, durch eine ſehr kleine Oeffnung in Dampfgeſtalt ausgetrieben wird, ſo beweget ſich die Kugel nach einer Richtung, welche dem hervorſpringenden Waſſerſtrahle entgegengeſetzet iſt. Die Urſache von dieſem Phänomene ſoll daher rühren; der Waſſerſtrahl, wenn er ſeine Bewegung fortſetzen ſollte, müßte die Theile in der Luft trennen, und ihre Cohäſion überwinden; weil aber die Luft widerſtehet, ſo erfolge die Bewegung der Kugel nach entgegengeſetzter Richtung. Allein es iſt nun klar, daß die Lufttheilchen hier gar nicht getrennt werden können, ſondern der Widerſtand der Luft allein erkläret ſchon hinlänglich dieſe Erſcheinung.

§. 88.

Diejenigen feſten Körper, deren Theile ſich durch eine äuſſere bewegende Kraft merklich verſchieben laſſen, ohne ihren Zuſammenhang zu verlieren, heißen dehn-

dehnbare, ſtreckbare, zähe Körper (corpora ductilia); diejenigen aber, deren Theile an einander nicht verſchoben werden können ohne zu reiſſen, heißen ſpröde Körper (corpora fragilia). Bisher iſt man beſtändig in der Meynung geweſen, daß die Möglichkeit der feſten Körper ganz allein auf den Zuſammenhang ihrer Theile beruhe. Allein es bleibt hier immer unerklärbar, wie bey feſten Körpern die Theile dem Verſchieben ſo mächtig widerſtehen, da ſie vielleicht unter ſich einen geringern Zuſammenhang als manche flüſſige Materien haben, deren Theile ſich jedoch von einer jeden Kraft ohne Hinderniß verſchieben laſſen. Man kann mit eben dem Rechte wie bey flüſſigen Materien behaupten, daß die Cohäſionskräfte der Theilchen der feſten Körper ſich wechſelſeitig gegen einander aufheben, wodurch aber jedes Theilchen eben ſo beweglich wie im leeren Raume ſeyn müßte. Hieraus ſieht man alſo, daß die Möglichkeit der feſten Körper auſſer dem Zuſammenhange ihrer Theile noch eines andern Erklärungsgrundes bedürfe.

§. 89.

Von der Cohäſionskraft rührt auch die **Elaſticität** oder **Federkraft, Springkraft** her, vermöge welcher die Materie ihre durch eine andere bewegende Kraft veränderte Größe oder Geſtalt bey Nachlaſſung derſelben wieder annehmen. Sie iſt entweder **attraktive** oder **expanſive** Elaſticität; jene, um nach der Ausdehnung ihrer Theile den vorigen kleinern, dieſe aber, um nach der Zuſammendrückung den vorigen größern Umfang wieder einzunehmen. Die attraktive Elaſticität iſt offenbar abgeleitet. Denn vermöge der Attraktion, welche die Urſache des Zuſammenhanges der Theile iſt, wird die Materie bey Nachlaſſung der äuſſern auf ſie wirkenden Kraft ſich beſtreben, ihr voriges kleinere Volumen wieder einzunehmen,

men, und in dieſem Sinne kann auch eine flüſſige Materie elaſtiſch genennt werden. Was aber die expanſive Elaſticität betrifft, ſo kann dieſe ſowohl urſprünglich als auch abgeleitet ſeyn, weil eine jede Materie als Materie urſprüngliche Elaſticität beſitzet; nur iſt es in jedem vorkommenden Falle ſchwer zu unterſcheiden, von welcher Art die wahrgenommene Elaſticität ſey. Wenn z. B. ein ſtählerner Degen gebogen wird, ſo ziehen ſich die Theile auf der convexen Seite auseinander und beſtreben ſich nach äuſſerer nachlaſſender Kraft, vermöge ihrer Attraktion die vorige Nahheit wieder anzunehmen; folglich iſt hier eine attraktive Elaſticität. Eben ſo findet eine attraktive Elaſticität bey flüſſigen Materien ſtatt, deren Theile eilen, ihr voriges kleinere Volumen wieder einzunehmen, wenn ihnen der Grad der Wärme, welche ihre Theile ausgedehnet hatte, benommen wird. Ueberhaupt iſt jederzeit in allen den Fällen, wo ſich die geſpannten Theile in die vorige Figur wieder verſetzen, die Elaſticität attraktiv, ob ſie gleich manchmal expanſiv zu ſeyn ſcheinet. Wenn z. B. eine elfenbeinerne Kugel an eine mit Fett beſtrichene polirte Steinplatte fallen gelaſſen wird, ſo ſchnellt ſie ſich zurück, druckt aber auf dem Fette einen ſichtbaren Fleck ein, und beweiſt dadurch eine wahre Zuſammendrückung. Es ſcheint alſo, als wenn die an dieſer Stelle eingedruckten Theile der Kugel vermöge der expanſiven Elaſticität wieder in ihre vorige Geſtalt zurückgebracht würden. Allein offenbar müſſen die eingedrückten Theile am Rande der Kugel geſpannt werden, welche ſich, da der Druck nachließ, wieder in ihr voriges kleinere Volumen zuſammenziehen, und dadurch die eingedruckten Theile erheben; folglich iſt hier wirklich die Elaſticität attraktiv. Wenn aber die Luft durch eine äuſſere Gewalt in einen engern Raum zuſammengepreßt wird, ſo findet alsdenn nach

nach-

nachgelaſſener Kraft eine expanſive Elaſticität ſtatt; ob ſie aber urſprünglich oder abgeleitet iſt, das iſt ſchwer zu unterſcheiden. M. ſ. übr. Herrn Zimmermanns Schrift: Ueber die Elaſticität des Waſſers, theoretiſch und hiſtoriſch entworfen. Leipzig 1779. 8.

§. 90.

Man muß alſo die attraktive Elaſticität von der expanſiven wohl unterſchieden, indem ſie nicht allein weſentlich von einander verſchieden, ſondern auch in Anſehung ihrer Wirkung einander gerade entgegengeſetzet ſind. Bey der attraktiven Elaſticität iſt es aus der Art und Weiſe, wie ſie ſich zeiget, offenbar, daß die Theile der Materien in einem gewiſſen Grade dehnbar ſeyn müſſen, weil ſonſt ihr Zuſammenhang ganz aufgehoben würde. Daraus wird es auch begreiflich, daß die attraktive Elaſticität bey lange anhaltender Dehnung der Theile ſchwächer, im Gegentheil ſtärker werde, wenn der Grad des Zuſammenhanges durch Vermehrung der Dichtigkeit zunimmt. So wird z. B. dieſe Elaſticität durch das Hämmern bey den Metallen, und durch das Härten beym Stahle vermehrt. Auch die ſogenannten Glastropfen und bologneſer Flaſchen erhalten dadurch eine größere Elaſticität.

§. 91.

Die Stärke des Zuſammenhanges der Theile feſter Körper iſt nicht immer im Verhältniſſe mit den Dichtigkeiten der Materie, indem oftmals die dichteſten Körper keinen ſo großen Zuſammenhang ihrer Theile als wenig dichtere Körper haben. So iſt z. B. Gold weit dichter als Eiſen, und gleichwohl iſt der Zuſammenhang im Golde weit ſchwächer als im Eiſen. Um die Stärke des Zuſammenhanges feſter Körper gehörig zu beſtimmen, hat man Gewichte gebrauchet, welche zum Zerreiſſen derſelben bey gegebener

Dicke und Länge nöthig waren. Vorzüglich hat hierüber Muſchenbroek ſehr zahlreiche Verſuche mit verſchiedenen Körpern angeſtellet, dabey aber keine Rückſicht auf ihre Längen genommen. Es wird zwar niemand zweifeln, daß dieſe Verſuche fürs gemeine Leben ungemein nützlich ſind; jedoch läßt ſich aber daraus keinesweges auf die wahre Größe der Wirkung der Cohäſionskraft ein Schluß machen, weil ſich die Theile, ehe ſie zerreiſſen, erſt merklich verſchieben, und folglich in einer weit kleinern Fläche zerreiſſen, als angenommen wird. M. ſ. *Petr. v. Muſchenbroek* introductio ad philoſoph. natural. Vol. I. S. 390 ff. Einige von ſeinen Verſuchen ſind folgende: er ließ ſich verſchiedene Parallelepipeda aus reinen Metallen gießen, wovon jede Seite 0,17 Rheinländ. Zoll waren, dieſe hängte er an der einen Grundfläche auf, an der andern aber brachte er eine Wage mit hinlänglich ſtarken Ketten an, und legte in ſelbige nach und nach ſo viele Gewichte, bis die Parallelepipeda zerriſſen; die Reſultate davon waren

deutſches Eiſen	zerriß	von	1930	Pfund.
fein Silber	—	—	1156	—
ſchwediſches Kupfer	—	—	1054	—
feines Gold	—	—	578	—
engliſches Zinn	—	—	150	—
Bancazinn	—	—	104	—
Malaccazinn	—	—	91	—
Goslariſch. Zink	—	—	76-83	—
Spiesglaskönig	—	—	30	—
engliſch Bley	—	—	25	—

Hier verhielten ſich alſo die Feſtigkeiten der verſchiedenen Metalle, wie die zum Zerreiſſen angewandten Gewichte. So wäre z. B. Eiſen $\frac{1930}{104} = 18\frac{29}{52}$ mal feſter als Bancazinn, und ſchwediſches Kupfer $\frac{1054}{25} = 42\frac{4}{25}$ mal feſter als engliſch Bley u. ſ. f.

Uebri-

Uebrigens erhielten die gegoſſenen Metalle durch das Schlagen eine größere Stärke; durch zu vieles Schlagen aber auch wieder eine geringere. Aehnliche Verſuche ſtellte er mit viereckten 0,27 Rheinl. Zoll ins Gevierte von verſchiedenen Holzarten an

Eſchenholz	zerriß	von	1250	Pfund
Buchenholz	—	—	1250	—
Eichenholz	—	—	1150	—
Erlenholz	—	—	1000	—
Lindenholz	—	—	1000	—
Ulmenholz	—	—	950	—
Tannenholz	—	—	600	—
Fichtenholz	—	—	550	—

mithin verhielt ſich die Feſtigkeit des Eichenholzes zu der des Tannenholzes wie 1150:600 = 115:60 = 23:12 u. ſ. Größere Verſuche mit Holzarten ſtellte der Graf von Böffons an. M. ſ. Experiences ſur la force des bois: in den memoir. de l'Academ. Royal. des ſcienc. 1740. S. 150. und 1741. S. 292.

Von dieſen Muſchenbroekſchen Verſuchen weichen diejenigen ab, welche der Graf von Sickingen mit Metallen (Verſuche über die Platina. Mannheim 1782. 8.) angeſtellet hat; dieſer aber nahm nicht allein auf die Dicke ſondern auch auf die Länge Rückſicht. Er ließ von einigen Metallen Drahte verfertigen von 0,3 pariſ. Linien im Durchmeſſer und 2 Fuß Länge, und ſeine Reſultate waren

Gold	zerriß	von 16 Pf.	6 Unz.	—	$43\frac{1}{7}$	Grän	franz.	M.	G.
Silber	—	— 20 —	11 —	1 Q.	$43\frac{1}{7}$	—	—	—	—
Platina	—	— 28 —	7 —	3	—	—	—	—	—
Kupfer	—	— 33 —	7 —	—	64	—	—	—	—
Eiſen	—	— 60 —	12 —	—	8	—	—	—	—

Ueber die Stärke von metalliſchen Gemiſchen hat Herr Achard ſehr zahlreiche Verſuche angeſtellet. M. ſ. Traité ſur les proprietés des alliages metalliques par Mr. Achard à Berlin 1788. 4.

§. 92.

Der Zuſammenhang der Theile einer flüſſigen Materie iſt vielleicht größer als man gemeiniglich glaubt. Dies beweiſet ſchon die Bildung der Tropfen, wenn die Theile ungehindert der Wirkung ihrer Cohäſionskraft folgen können. Dieſer Erfolg würde unmöglich ſtatt finden, wenn die Theile der flüſſigen Materien mit einer ungemein geringen Kraft zuſammenhingen, mithin blos als träge angeſehen werden müßten, und als ſolche nie von ſich ſelbſt diejenige Bewegung hervorbringen könnten, welche zur Bildung der Tropfen nöthig iſt. Es lehret nemlich die Erfahrung, daß alle tropfbar flüſſige Materien in kleinen Maſſen eine ſpäriſche Geſtalt annehmen, wenn die Theile unter ſich ſtärker zuſammenhängen, als mit den Theilen einer andern Materie, worauf ſie zerfließen würden. So bildet zertheiltes Queckſilber auf Papier, Holz, Glas, Stein, Porzellan u. d. g. kleine Kügelchen; eben das geſchieht auch bey dem Waſſer, welches auf dem Holze, Glaſe u. ſ. wenn dies mit Fett oder Oel beſtrichen oder mit Bärlappſamen (ſemen lycopodii) beſtreuet iſt, zertheilet werden. Dieſe Bildung der Tropfen beweiſet hinlänglich, daß eine Urſache da ſeyn müſſe, welche dieſe Wirkung hervorbringt. Die ſogenannte Schwere (wovon weiter unten umſtändlich gehandelt wird) kann dieſe Geſtalt unmöglich bewirken, vielmehr würde ſie dieſer Erſcheinung ganz entgegen ſeyn, wie es ſelbſt die Erfahrung beweiſet, indem ſie verurſachet, daß der auf einer Fläche ruhende Tropfen oben platt erſcheinet, und eben daher keine vollkommene Kugel bildet, welches gewiß erfolgen würde, wenn die Schwere gar keinen Einfluß auf die Tropfen hätte. Es bleibt daher keine andere Urſache übrig, um dieſes Phänomen genugthuend zu erklären, als die Cohäſionskraft. Die Bildung der Tropfen

flüſſi-

flüſſiger Materien beweiſet auch ferner, daß die Theile derſelben von einer jeden noch ſo kleinen Kraft an einander verſchoben werden müſſen, mithin gar keiner Reibung unterworfen ſeyn können, welches ein Hinderniß der Kugelgeſtalt wäre.

§. 93.

Alle Körper von einerley Art hängen unter einander zuſammen, wenn ſie ſich genau genug berühren, und zwar iſt der Zuſammenhang deſto größer, in je mehreren Punkten die Berührung geſchiehet. So fließen Waſſertropfen, Queckſilbertropfen, Oeltropfen u. ſ. zuſammen, und bilden ein zuſammenhängendes Aggregat. Auch hängen zwey Metallplatten, zwey Glasplatten zuſammen, und zwar deſto ſtärker, je glätter ſie geſchliffen und polirt ſind. Selbſt ungleichartige Körper hängen bey genugſamer Berührung unter einander zuſammen. Man nehme eine ſtarke runde Marmor- oder Metall- oder Glasplatte, und hänge ſelbige vermittelſt eines in der Mitte der einen Fläche angebrachten Hakens durch einen Faden an den Arm eines Wagebalkens ſo, daß die andere Grundfläche völlig horizontal iſt. Wenn nun dieſe Wage durch Gewichte ins Gleichgewicht gebracht und die andre Fläche auf die Oberfläche des ſtillſtehenden Waſſers ſo gelegt iſt, daß keine Luftblaſen zwiſchen beyden Flächen ſich befinden, ſo wird man Gegengewichte gebrauchen müſſen, um die Platte von dem Waſſer loszureiſſen. Die Gewichte, welche zum Losreiſſen der Platte nöthig waren, werden die Stärke der Cohärenz angeben. Jedoch iſt hierbey eben das zu erinnern, was bey den im §. 91. angegebenen Verſuchen mit feſten Körpern ſtatt fand, daß nemlich das Losreiſſen der Platte wegen des Verſchiebens der Theile des Waſſers in einer kleinern Fläche geſchiehet, als angenommen wird. Wenn nun dieſer Verſuch bey verſchie-

ſchiedenen Flüſſigkeiten, als bey Weingeiſt, Oel u. d. gl. wiederholet wird, ſo wird ſich finden, daß bey gleicher Berührungsfläche verſchiedene Gegengewichte gebrauchet werden müſſen, ehe ſie loßreiſſet. Daher iſt die Stärke des Zuſammenhanges in verſchiedenen ungleichartigen Körpern bey einerley Berührungsfläche gar ſehr verſchieden. **Muſchenbroek** in der angef. introd. ad philoſ. nat. Tom. I. §. 1096. hatte verſchiedene metallene Cylinder verfertigen laſſen, deren Durchmeſſer 1,916. Rheinländ. Zolle hatte. Die Grundflächen dieſer Cylinder, welche recht glatt polirt waren, beſtrich er nach gehöriger Erwärmung mit Talg, ließ zwey an einander erkalten, und riß den einen, nachdem er den andern genug befeſtiget hatte, mittelſt Gewichte von den andern los. Hierbey nimmt er nun an, daß der Druck der Luft 41 Pfund betragen habe, und fand, daß zuſammenhingen Cylinder

von Glas	mit	130 Pfund	— 41	=	89	Pfund
— Meſſing		150 -	— 41	=	109	-
— Kupfer		200 -	— 41	=	159	-
— Silber		125 -	— 41	=	84	-
— gehärtetem Stahl		225 -	— 41	=	184	-
— weichem Eiſen		300 -	— 41	=	159	-
— Zinn		100 -	— 41	=	59	-
— Bley		275 -	— 41	=	234	-
— Zink		100 -	— 41	=	59	-
— Wismuth		150 -	— 41	=	109	-
— weißem Marmor		225 -	— 41	=	184	-
— ſchwarzem Marmor		230 -	— 41	=	189	-
— Elfenbein		108 -	— 41	=	67	-

Auch Herr v. **Morveau** ſtellte einige Verſuche mit verſchiedenen Metallplatten an, deren Durchmeſſer 1 Zoll betrug, die Kraft des Zuſammenhanges mit Queckſilber zu beſtimmen. M. ſ. die Anfangsgründe der theoretiſchen und praktiſchen Chemie von Herrn v. **Morveau, Maret** und **Durande** a. d. Franz. von **Chriſt. Ehrenfr. Weigel.** Th. I. Leipz. 1779. 8.

S.

S. 49. Auch Hr. Achard hat eine ſehr große Anzahl von Verſuchen dieſer Art mitgetheilet in ſeinen chymiſch-phyſiſchen Schriften. S. 354. ff.

§. 94.

Wenn auf dieſe Weiſe mit verſchiedenen Platten, deren Durchmeſſer ſich wie 1, 2, 3, 4 u. ſ. verhalten, Verſuche angeſtellet werden, ſo ſcheinet daraus dies Geſetz zu folgen, **daß die Kraft der Cohäſion bey gleichartigen Körpern ſich beynahe wie die Menge der Berührungspunkte verhalte.** So hängen z. B. metallene Platten, deren Durchmeſſer ſich wie 1, 2, 3, 4 u. ſ. verhalten, mit Waſſer, Oel oder Queckſilber u. ſ. verſchiedentlich zuſammen, die Verhältniſſe der Cohärenz ſind aber wie 1^2, 2^2, 3^2, 4^2 u. ſ. folglich wie die Grundflächen. Auſſerdem iſt aber noch gar kein allgemeines Geſetz bekannt, nach welchem ſich die Stärke des Zuſammenhanges bey ungleichartigen Körpern richte. Die Erfahrung beweiſet hier nichts weiter, als daß ſich Flüſſigkeiten mehrentheils nur an diejenigen feſten Körper anhängen, welche ſpecifiſch ſchwerer und dichter ſind, als das Flüſſige; nicht aber ſo leicht an diejenigen, welche ſpecifiſch leichter und nicht ſo dicht ſind. Jedoch leidet auch dieſer Satz ſehr viele Ausnahmen, und es iſt keinesweges allgemein wahr, daß ſich die Stärke des Zuſammenhanges bey verſchiedenen ungleichartigen Körpern wie die Dichtigkeiten verhalte. So bald ſich aber flüſſige Körper an feſte anhängen, ſo müſſen nothwendig die Theile derſelben mit der Oberfläche des feſten Körpers ſtärker zuſammenhängen, als unter ſich ſelbſt. Denn es reiſſen ſich die Theile der flüſſigen Körper los, und hängen ſich bey der Berührung an die Oberfläche der feſten Körper an, oder zerfließen auf ihr, machen ſie naß. Iſt im Gegentheil die Cohärenz der Theile einer flüſſigen Materie unter ſich ſtär-

ſtärker, als mit den Theilen eines feſten Körpers, ſo zerfließen jene nicht auf dieſen, oder machen ihn nicht naß, wenn er in die Flüſſigkeit eingetaucht wird, ſondern bilden auf ſelbigen lauter kleine platt gedruckte Kügelchen, welche einer völligen Kugel deſto näher kommen, je kleiner die Theile ſind. So zerfließt Queckſilber auf Gold, Silber, Zinn und Bley und macht ſie naß; im Gegentheil zerfließt es nicht auf Eiſen, Holz, Stein, Glas, Papier und andern Körpern, und macht dieſe daher nicht naß. Waſſer zerfließt nicht auf einer mit Fett oder Oel oder mit Bärlappſaamen beſtrichenen Fläche, und man kann einen Finger ins Waſſer tauchen, ohne ihn naß zu machen, wenn dergleichen Saamen auf die Oberfläche des Waſſers iſt geſtreuet worden; ſonſt macht es aber Holz, Stein, Papier, die Metalle und viele andere Körper naß, oder zerfließt auf ihnen. Auch gründet ſich auf die Kraft der Cohäſion zwiſchen ungleichartigen Körpern das ſo genannte Löthen, Vergulden, Verſilbern, Verzinnen, Zuſammenleimen, der Mörtel, und dergleichen bekannte Handthierungen mehr.

§. 95.

Auf die Kraft der Cohäſion der flüſſigen Körper mit feſten gründen ſich noch verſchiedene merkwürdige Phänomene. Wenn eine flüſſige Materie in einem Gefäße ſich befindet, und die Theile jener hängen nicht ſo ſtark unter ſich zuſammen, als mit den Theilen desjenigen Körpers, woraus das Gefäß verfertiget iſt, ſo ſteiget die flüſſige Materie an den Wänden des Gefäßes hinauf, und die Oberfläche bildet eine concave Fläche, welche deſto mehr concav iſt, je kleiner das Gefäß iſt. Auf eben dieſe Weiſe wird auch die flüſſige Materie an einem feſten Körper rund herum hinaufſteigen, wenn er in ſelbige getaucht wird. So ſteht Waſſer in einem gläſernen Gefäße mit einer con-

caven Fläche, ſo wie auch Queckſilber in einem zinnernen oder bleyernen Gefäße. Auch wird ſich um einen Glascylinder, welcher ins Waſſer getaugt wird, und um eine Zinnſtange im Queckſilber eine Erhöhung bilden. Wenn die flüſſige Materie ganz allein den Geſetzen der Schwere folgte, ſo würde ſie nach hydroſtatiſchen Geſetzen eine vollkommene horizontale Fläche bilden; da ſie aber mit den Theilen des Gefäßes cohäriret, ſo müſſen eben die an den Wänden deſſelben befindlichen Theile der flüſſigen Materie durch die Cohäſionskraft in ihrem, vermöge der Schwere ſenkrechtem, Drucke nach unten vermindert, und folglich an den Wänden des Gefäßes um ſo viel in die Höhe ſteigen, daß ihr verminderter Druck mit dem Gegendrucke der entferntern Theile der flüſſigen Materie im Gleichgewicht ſtehn.

§. 96.

Wenn aber die Theile einer flüſſigen Materie unter ſich ſtärker, als mit den Theilen desjenigen Körpers, woraus ein Gefäß gemacht worden, in welchem die flüſſige Materie ſich befindet, zuſammenhängen, ſo bildet ſie eine convexe Oberfläche, und zeiget an den Wänden des Gefäßes eine Vertiefung. Je enger das Gefäß iſt, deſto mehr kömmt die Oberfläche mit der Oberfläche eines Kugelſegmentes überein. Auch wenn ein feſter Körper von eben dieſer Art in eine ſolche flüſſige Materie eingetaucht wird, ſo bildet ſich um jenen rund herum eine Vertiefung. So ſteht Queckſilber in einem gläſernen Gefäße mit einer convexen Fläche, ſo wie auch Waſſer in Gefäßen, deren Seitenwände mit Fett beſtrichen und mit Bärlappſaamen beſtreuet ſind. Wenn die Theile einer ſolchen flüſſigen Materie ganz allein den Geſetzen der Schwere folgen würden, ſo müßten ſie nach hydroſtatiſchen Geſetzen eine vollkommene horizontale Fläche bilden.

Wür-

Würden ſie im Gegentheil ganz allein den Geſetzen der Cohäſion unterworfen ſeyn, ſo würden ſich die Theile derſelben zu einem vollkommenen Kugelſegment hinbewegen. Da aber die Theile zu gleicher Zeit ſchwer und cohärend ſind, ſo müſſen auch diejenigen Theile, welche in der Mitte um denjenigen Theil des von der Schwere ſenkrecht bewirkten Drucks höher ſtehen, den die Kraft der Cohäſion zu erhalten nicht vermag, herabſinken. Daher wird auch die Convexität nur an den Wänden des Gefäßes bemerkbar ſeyn.

§. 97.

Wenn eine kleine hohle Glaskugel in die Mitte des Waſſers, das in einem kleinen Gefäße ſich befindet, geſetzet wird, ſo bleibt es daſelbſt ruhig ſtehen. So bald es aber nach ein oder der andern Seite der Wand des Gefäßes etwas näher kommt, ſo wird es ſich mit beſchleunigter Bewegung dahin bewegen. Taucht man einen Finger oder ſonſt einen feſten Körper, an welchem das Waſſer zerfließt, hinein, ſo wird ſich eben ſo dieſe Kugel von der Mitte hinweg nach demſelben bewegen, und daran hängen bleiben. Aus eben dem Grunde erfolget eine beſchleunigte Bewegung von zweyen Glaskugeln gegen einander, wenn ſie ſich auf dem Waſſer nahe genug bey einander befinden. Geſetzt die kleine Glaskugel A (Fig. 18.) werde in die Mitte eines mit Waſſer angefüllten Gefäßes gebracht, ſo wird es ſich nach hydroſtatiſchen Geſetzen bis zu einer gewiſſen Tiefe eintauchen, und rund herum wie bey f und e einen kleinen Waſſerberg erheben. Weil nun das Waſſer um die Kugel herum gleich hoch ſtehet, ſo wird ſie von demſelben nach allen Seiten hin gleich ſtark gezogen. Vermöge der Vorausſetzung iſt ſie aber nach allen Richtungen von den Wänden des Gefäßes gleich weit entfernet, folglich heben ſich dadurch alle entgegengeſetzte Kräfte

gegen

gegen einander auf, und es kann die Kugel keiner Bewegung folgen, mithin muß ſie ruhen. Sobald aber die Kugel von der Mitte weg der einen Seite des Gefäßes ſich nähert, ſo wird der an der Seitenwand des Gefäßes befindliche Waſſerberg a mit dem an dieſer Seite der Kugel befindlichen ſich vereinigen, und dadurch verurſachen, daß das Waſſer auf dieſer Seite höher, als an den übrigen Seiten der Kugel ſtehet. Da nun dieſerwegen die Cohärenz an dieſer Seite vermehret wird, ſo muß die Kugel dahin ſich bewegen. Je näher ſie der Wand des Gefäßes kommt, deſto höher ſteiget das Waſſer an der Wand und an der Kugel; dadurch wird aber die Anzahl der Berührungspunkte des Waſſers mit der Kugel deſto größer. Demnach wird ſie ſich auch mit deſto größerer Geſchwindigkeit gegen die Wand des Gefäßes hin bewegen.

§. 98.

Sobald das Gefäß mit einer flüſſigen Materie, welche die Theile deſſelben naß macht, etwas übervoll angefüllt wird, jedoch ſo, daß ſie nicht überläuft, ſo bildet die Oberfläche eine convexe Geſtalt, welche deſto mehr einer ſphäriſchen nahe kömmt, je kleiner der Durchmeſſer des Gefäßes iſt. Ohne Zweifel liegt der Grund hiervon darin, daß die flüſſige Materie für ſich allein Tropfen bildet. Mithin iſt hier eben das anzuwenden, was von den Oberflächen ſolcher Flüſſigkeiten in einem Gefäße, welche damit nicht cohäriren, im §. 96. iſt geſaget worden. Geſetzt, es würde eine kleine hohle gläſerne Kugel A (Fig. 19.) auf die erhabene Oberfläche des Waſſers in dem damit angefüllten Gefäße abcd an den Rand deſſelben geleget, ſo kann ſelbige nicht ruhig ſtehen bleiben, ſondern ſie wird ſich gegen die Mitte hin bewegen, indem ſich in f vermöge der Cohäſions-

kraft mehr Waſſer an die Kugel anleget, als am Rande des Gefäſſes in e, folglich wird auch die Cohäſionskraft in f ſtärker wirken, und dadurch eine Bewegung verurſachen, welche nicht eher aufhören wird, als bis das Waſſer ſich rund herum um die Kugel gleich hoch angeleget hat, folglich nicht eher, als bis ſie in die Mitte des Waſſers gekommen iſt.

§. 99.

Wenn ein mit einer flüſſigen Materie angefülltes Gefäß, deſſen Theile von jener naß gemacht werden, gegen den Horizont geneigt wird, ſo daß die flüſſige Materie auslaufen kann, ſo wird ſelbige längſt der äuſſern Wand des Gefäſſes herabſinken, da ſie doch eigentlich, wenn ſie blos den Geſetzen der Schwere folgte, ſenkrecht gegen die Erde ſich bewegen ſollte. Weil aber dieſe ſich bewegende flüſſige Materie von zweyen Kräften zugleich nemlich von der Cohäſionskraft und der Schwere zur Bewegung angetrieben wird, ſo muß ſie dadurch eine mittlere Bewegung erhalten, deren Richtung der äuſſere Rand des Gefäßes iſt. Wenn im Gegentheil die in dem Gefäße befindliche Materie unter ſich ſtärker, als mit den Theilen des Gefäßes zuſammenhänget, ſo wird ſie auch, wenn ſie allmählig ausgegoſſen wird, nicht an der Wand des Gefäßes von auſſen herablaufen, ſondern ſenkrecht gegen die Erde herabfallen. Dies iſt nun der Grund, warum man im gemeinen Leben dem Geſchirr, aus welchem flüſſige Materie ausgegoſſen werden ſoll, oben an der Oeffnung einen gebogenen Rand giebt, oder daſelbſt eingeſchnittene Ausgüſſe macht, um dadurch die Berührungspunkte zu vermindern, und der Cohäſionskraft eine andere Richtung zu geben, damit ſie nicht an der äuſſern Wand des Gefäßes herablaufen könne. Es ſey z. B. abcd (Fig. 20.) ein Glas, in welchem

chem Waſſer ſich befindet. Wird nun ſelbiges gegen den Horizont geneigt, ſo daß das Waſſer auslaufen kann, ſo wird es an der äuſſern Wand a d herablaufen, und in d gegen die Erde herabſinken. Weil nun die Richtung der Cohäſionskraft auf der Wand des Gefäßes ſenkrecht iſt, mithin nach a b wirkt, die Richtung der Schwere aber ſenkrecht gegen die Erde nach a e, ſo wird das Waſſer in der mittleren Richtung a d ſich bewegen, folglich an der äuſſern Wand des Gefäßes herablaufen. Sobald aber das Waſſer in d angelangt iſt, ſo wird nun die Cohäſionskraft nach der Richtung d f wirken, welche mit der Richtung der Schwere d g in einer geraden Linie fällt, folglich wird auch ſelbiges in dieſer Richtung d g herabſinken. Würde der Waſſerſtrahl an der Wand des Gefäßes ſehr ſchnell herablaufen, ſo erhält er durch den Fall eine gewiſſe Geſchwindigkeit nach der Richtung d h fortzugehen. Weil aber die Schwere nach der Richtung d g beſtändig auf ihn wirkt, ſo durchläuft er die Diagonale d i, welche eigentlich eine krumme Linie iſt, die man Parabel nennt. Hätte ſich aus dem Glaſe nur ein einziger Tropfen an der Wand des Gefäßes herabgeſenkt, ſo könnte auch die Kraft der Cohäſion nach der Richtung d f in d größer ſeyn als die Schwere nach der Richtung d g; in dieſem Falle würde der Tropfen in d am Gefäße hängen bleiben. Wenn endlich das Glas ſchnell gegen den Horizont geneigt wird, ſo daß die Kraft der Cohäſion durch die Schwere überwältiget wird, ſo wird das Waſſer nicht mehr an der Wand des Gefäßes herablaufen, ſo wie eben dieſer Erfolg ſtatt finden wird, wenn die Wand des Gefäßes mit der Horizontalfläche parallel iſt. Denn alsdenn fällt die Richtung der Cohäſionskraft mit der Richtung der Schwere in eine gerade Linie, und iſt dieſer gerade entgegengeſetzet.

§. 100.

Wenn aus einer engen Röhre, deſſen Oeffnungshalbmeſſer etwa der vierte Theil einer Linie beträgt, ein Waſſerſtrahl ſenkrecht in die Höhe ſpritzt, und man berühret ſelbigen mit einem runden Stabe, worauf das Waſſer zerfließt, ſo legt es ſich rund um den Stab herum an, und fällt alsdenn herab. Es ſey nemlich ab (Fig. 21.) die Röhre, aus deren Oeffnung a das Waſſer ſenkrecht in die Höhe ſteiget, und A ein hölzerner Stab, welcher den Waſſerſtrahl berühret. Man betrachte den Tropfen a; dieſer hat eine Kraft nach der Richtung an in die Höhe zu ſteigen; vermöge der Cohäſionskraft aber wird er nach dem Mittelpunkte des Stabes gezogen, folglich muß er in der mittleren Richtung ae ſich fortbewegen. Da nun die Cohäſionskraft ſtetig auf ihn wirkt, ſo wird er beſtändig von der Richtung der Tangente abgelenket, und muß um den Stab herum eine krumme Linie beſchreiben, bey welcher die Kraft der Cohäſion nach der Richtung aA die Centripetalkraft und die Kraft des Waſſerſtrahls nach der Richtung an die Tangentialkraft vorſtellet. Wenn der Tropfen in e angelangt iſt, ſo erhält er auch wegen der darauf wirkenden Schwere eine beſchleunigende Bewegung, welche aber wieder geſchwächt wird, wenn er in l der Richtung der Schwere entgegen in die Höhe ſteigen ſoll. Da nun die ſehr ſchnell nachfolgenden Tropfen ſich mit den vorhergehenden in l vereinigen und daſelbſt ſich häufen, folglich vermöge ihres größern Gewichtes die Cohäſionskraft überwinden, ſo folgt, daß der Waſſerſtrahl bey l von dem Stabe herabfalle. Wäre im Gegentheil die Mündung der Röhre, woraus der Waſſerſtrahl ſenkrecht in die Höhe ſpringt, weit, ſo wird ſich nun das Waſſer um den Stab herum nicht bewegen; denn alsdenn iſt die Kraft des Waſſerſtrahls ſo ſtark, daß die Kraft der Cohäſion dagegen verſchwindet.

§. 101.

§. 101.

Springt ein Waſſerſtrahl aus einer ſenkrechten Röhre, deren Oeffnung ſchief iſt, in die Höhe, ſo wird er nun nicht ſenkrecht, ſondern in einer geneigten Richtung ſteigen, woſern die Oeffnung nur klein iſt. Wäre aber die Oeffnung groß, ſo wird der Strahl ſenkrecht in die Höhe gehen. Geſetzt es wäre a b (Fig. 22.) eine enge Röhre, aus deren ſchiefen Oeffnung bey b das Waſſer herauszuſpringen genöthiget iſt, ſo wird die Kraft des Strahls nach der Richtung b e gehen; da aber die Cohäſionskraft noch in der Richtung b c auf den Waſſerſtrahl wirkt, ſo muß er in der mittleren Richtung b d ſich bewegen, und folglich in einer geneigten Richtung in die Höhe ſteigen. Wäre die Oeffnung weit, ſo wird die Cohäſionskraft gegen die Kraft des Waſſerſtrahls ſenkrecht aufzuſteigen, unmerklich.

§. 102.

Wenn ein leicht beweglicher Körper auf einer flüſſigen Materie ſchwimmt, deren Theile unter ſich ſtärker als mit dieſer zuſammenhängen, dieſe flüſſige Materie aber in einem Gefäße ſich befindet, welches damit cohäriret, ſo beweget ſich dieſer Körper von dem Rande des Gefäßes wegwärts, und zwar iſt die Bewegung deſto größer, je näher derſelbe dem Rande des Gefäßes gebracht wird. Auch wenn ein Körper in die flüſſige Materie, welche daran zerfließt, geſteckt, und dem ſchwimmenden Körper nahe genug gebracht wird, ſo bewegt er ſich ebenfalls von jenem wegwärts. Wenn z. B. eine kleine hohle Glaskugel mit Fett beſtrichen und mit Bärlappſamen beſtreuet auf die Oberfläche des Waſſers, das ſich in einem gläſernen Gefäße befindet, gebracht wird, ſo beweget es ſich von dem Rande des Gefäßes gegen die Mitte; auch dieſe Bewegung erfolget, wenn ein Finger dieſer Kugel im Waſſer nahe genug gebracht wird. Der

Grund von dieſem Phänomen liegt blos darin, daß die Kugel von einer ſchiefen Ebene herabgleitet.

§. 103.

Wenn zwey reine glatte Glasſtreifen unter einem ſpitzen Winkel a b c (Fig. 23.) über einander geſtellet werden, und ein Tropfen von einer flüſſigen Materie, welche am Glaſe zerfließet, als Waſſer, Oel, Weingeiſt u. d. g. gebracht wird, ſo daß er beyde Glasſtreifen berühret, ſo wird er, vermöge der Cohäſionskraft dieſe Geſtalt d e f g annehmen. Weil nun dieſe Cohäſionskraft gegen die Flächen beyder Glasſtreifen a b und c b ſenkrecht wirkt, folglich die Richtung derſelben gegen den einen Streifen a b nach i h und die Richtung gegen den andern c b nach i k iſt, welche beyde den Winkel h i k einſchließen, ſo muß ſich der Tropfen in der mittleren Richtung i b hinbewegen, weil auf dieſer Seite die mehreſten Berührungspunkte ſtatt finden. Je näher er nun dem Winkel b kömmt, deſto platter wird er, deſto mehrere Berührungspunkte finden alsdenn ſtatt, folglich iſt auch die Bewegung deſto größer. Er muß ſich alſo mit beſchleunigter Bewegung gegen die Spitze des Winkels hinbewegen.

§. 104.

Auf die Kraft der Cohäſion gründet ſich auch das Phänomen der ſogenannten Haarröhrchen (tubi capillares). Darunter verſteht man hohle gläſerne Röhrchen, welche an beyden Enden offen ſind, und deren Oeffnungsdurchmeſſer etwa dem Durchmeſſer eines Pferdehaares und etwas drüber beträgt. Wenn dergleichen Haarröhrchen in eine flüſſige Materie, welche an dem Glaſe zerfließet, geſtellet werden, ſo ſteigt die Flüſſigkeit in der Röhre in die Höhe, und erhebt ſich noch über die Oberfläche der flüſſigen Materie. Die Höhe über der äuſſern Oberfläche der flüſſigen Materie in den Haarröhrchen iſt verſchieden,

nach-

nachdem die Durchmeſſer bald kleiner bald gröſſer, und die Flüſſigkeiten ſelbſt nebſt dem Glaſe, woraus ſie verfertiget worden, verſchieden ſind. Nach hydroſtatiſchen Geſetzen ſollte die Flüſſigkeit in den Haarröhrchen nicht höher als die Flüſſigkeit auſſerhalb denſelben ſtehen. Es kann folglich der Grund des Erhebens der Flüſſigkeit in den Haarröhrchen über die äuſſere Oberfläche ganz allein in der Kraft der Cohäſion geſuchet werden. Weil nemlich die flüſſige Materie an dem Glaſe zerflieſſet, ſo muß ſie ebenfalls in den Haarröhrchen an den Wänden höher als in der Mitte ſtehen; da aber die Röhrchen ſehr enge ſind, ſo flieſſt der Ring, welchen die Flüſſigkeit in ſelbigen bildet, zuſammen, wegen der fortwirkenden Cohäſionskraft aber bildet ſich von neuem ein Ring, flieſſt wieder zuſammen u. ſ. f. bis zuletzt das Gewicht der kleinen Waſſerſäule in den Haarröhrchen über der äuſſern Oberfläche mit der Cohäſionskraft gleich iſt.

§. 105.

Man hat bisher noch kein allgemeines Geſetz ausfindig machen können, nach welchem ſich die aufgeſtiegene Höhe der verſchiedenen Flüſſigkeiten in den Haarröhrchen richtete, daher kann ſie auch einzig und allein aus der Erfahrung beſtimmt werden; keinesweges aber richtet ſie ſich nach dem Verhältniſſe der ſpecifiſchen Gewichte der flüſſigen Materien. Auſſerdem iſt es auch ſehr wohl begreiflich, daß ſelbſt einerley Flüſſigkeit in Haarröhrchen von gleicher Oeffnung welche aber aus verſchiedenem Glaſe ſind verfertiget worden, auf verſchiedene Höhen ſteigen. **Muſchenbroek** in der angef. introd. ad philoſ. natur: T. I. S. 373. hat auch hier verſchiedene Verſuche angeſtellet; er findet die Höhe der verſchiedenen Flüſſigkeiten in Haarröhrchen von gleichen Durchmeſſern, welche von verſchiedenem Glaſe ſind verfertiget wor-

den, auch verſchieden. In den vom holländiſchen Flaſchenglaſe ſtiegen

Kohlenſaurer Salmiakgeiſt auf	4,56	Rheinl.	Zoll
Aetzender Salmiakgeiſt	3,60	—	—
Deſtillirtes Waſſer	3,40	—	—
Vitriolgeiſt	3,25	—	—
Terpentinöl	2,58	—	—
Salpetergeiſt	2,07	—	—
Salzgeiſt	2,07	—	—
Alcohol	1,80	—	—
Liquor anodynus	1,40	—	—
Vitriolöl	1,30	—	—

Einige Naturforſcher haben den Grund des Aufſteigens der flüſſigen Materie in den Haarröhrchen in dem Druck einer äuſſern auf die Oberfläche der flüſſigen Materie wirkenden Materie geſucht, als z. B. der Luft oder des Aethers. Allein dies wird dadurch widerleget, daß das Aufſteigen ſelbſt im luftleeren Raume ſtatt findet.

§. 106.

Wenn Haarröhrchen von einerley Glaſe mit verſchiedenen Oeffnungsdurchmeſſern in einerley flüſſige Materien geſtellet werden, ſo verhalten ſich die Höhen, auf welche die Flüſſigkeit in ſelbigen hinaufſteiget, umgekehrt wie die verſchiedenen Durchmeſſer der Oeffnungen. Aus der Geometrie iſt es bekannt, daß zwey Cylinder von gleichen Höhen aber ungleichen Grundflächen ſich wie ihre Grundflächen verhalten. Wäre nun das eine Haarröhrchen noch einmal ſo weit als das andere, ſo würden ſich die beyden gleich hohen Säulen zu einander wie 4 : 1 verhalten, mithin würde die Waſſerſäule in dem weiten Haarröhrchen auch ein viermal größeres Gewicht haben müſſen, und könnte folglich mit der Waſſerſäule in dem engen Haarröhrchen nicht anders das Gleichgewicht halten, als wenn das Waſſer viermal niedriger ſtände. Da aber

oder bey einer noch einmal ſo weiten Röhre auch noch einmal ſo viele Berührungspunkte ſtatt finden, die Cohäſion von einerley Körper ſich aber wie die Menge der Berührungspunkte verhält, ſo müßte auch die Flüſſigkeit in dem noch einmal ſo weiten Haarröhrchen noch einmal ſo hoch als in dem engern ſteigen. Folglich ſind die Höhen einer flüſſigen Materie in den Haarröhrchen von ungleichen Weiten in einem zuſammengeſetzten Verhältniſſe aus dem geraden der Durchmeſſer und dem verkehrten der Quadrate der Durchmeſſer d. h. ſie verhalten ſich umgekehrt wie ihre Durchmeſſer. Man nehme an, es ſey der Durchmeſſer des einen Haarröhrchens A = 1, und der Durchmeſſer des andern B = 2, ſo hat man nach eben geſagten

1. Höhe in A : Höhe in B = 4 : 1 und
2. Höhe in A : Höhe in B = 1 : 2, folglich

wie bey zuſammengeſetzten Verhältniſſen ſtatt findet

Höhe in A : Höhe in B = 4 : 2 = 2 : 1

d. h. umgekehrt wie ihre Durchmeſſer.

§. 107.

Solche flüſſige Materien, deren Theile unter ſich ſtärker als mit den Theilen desjenigen Körpers, woraus die Haarröhrchen verfertiget ſind, zuſammenhängen, ſteigen nicht nur nicht über die äuſſere Oberfläche der flüſſigen Materie in den Haarröhrchen in die Höhe, ſondern ſtehen ſogar niedriger als die äuſſere flüſſige Materie. So ſteht Queckſilber in gläſernen Haarröhrchen tiefer als auswendig. Weil der Grund des Aufſteigens über die äuſſere Oberfläche einer flüſſigen Materie in den Haarröhrchen blos in der Kraft der Cohäſion liegt, ſo iſt es auch unmöglich, daß eine flüſſige Materie in einem Haarröhrchen, an welchem die Flüſſigkeit nicht zerfließt, über die äuſſere Oberfläche hinaufſteigen könne. Nach

hydroſtatiſchen Geſetzen ſollte die Flüſſigkeit aber doch wenigſtens in dem Haarröhrchen bis zur äuſſern Oberfläche des flüſſigen ſteigen. Um nun den Grund von der niedrigen Höhe einzuſehen, ſey a b c d (Fig. 24.) ein mit Queckſilber angefülltes Gefäß, deſſen Oberfläche a d iſt; in ſelbiges ſey die Glasröhre i h eingetaucht, ſo wird das Queckſilber in dieſe Röhre nur bis zur Höhe g ſteigen. Weil nemlich das Queckſilber unter ſich ſtärker, als mit der Glasröhre zuſammenhänget, ſo muß hier erſt der ſtärkere Zuſammenhang des Queckſilbers an den Haarröhrchen herum überwunden werden, ehe ſelbiges eindringen kann. Daraus folgt, daß der Druck des um das Haarröhrchen in der Höhe g f befindlichen Queckſilbers, erforderlich iſt, um dieſen Zuſammenhang aufzuheben; folglich kann dieſer nicht auſſerdem noch das Queckſilber in dem Haarröhrchen bis zur Höhe g f treiben, ſondern es wird dieſes nur bis zur Höhe h g ſtehen bleiben. Daraus iſt aber nun auch klar, daß in dem Haarröhrchen bis zur äuſſern Oberfläche beſtändig gleichviel fehlen müſſe, man mag ſie ſo tief als man will, eintauchen.

§. 108.

Werden Haarröhrchen von einerley Materie mit verſchiedenen Oeffnungsdurchmeſſern in eine flüſſige Materie eingetaucht, welche an jenen nicht zerfließet, ſo wird ſie in dem engern Haarröhrchen tiefer als in dem weitern ſtehen, und es werden ſich überhaupt die Höhen auſſer den Haarröhrchen über die in ſelbigen zu einander verhalten umgekehrt wie die verſchiedenen Oeffnungsdurchmeſſer. Würden nemlich in Queckſilber zwey Haarröhrchen getaucht, ſo weiß man ſchon aus dem vorigen §. daß der Druck der Queckſilberſchichte a k l d um das Haarröhrchen herum nöthig iſt, um den Zuſammenhang der Theile zu überwältigen,

ehe

ehe das Queckſilber in das Haarröhrchen eindringen kann. Man kann ſich dieſe Schichte als eine Queckſilberſäule vorſtellen, deren Grundfläche mit der Grundfläche des Haarröhrchens einerley iſt, welche alſo mit der Kraft der Cohäſion, welche überwunden werden muß, im Gleichgewichte iſt. Je kleiner nun der Durchmeſſer der Oeffnung des Haarröhrchens wird, deſto kleiner wird auch die Grundfläche der in ſelbigem getretenen Queckſilberſäule ſeyn, folglich muß nun die äuſſere Queckſilberſäule von eben derſelben Grundfläche, welche mit eben der Kraft der Cohäſion, die vorhin zu überwinden war, im Gleichgewichte ſeyn ſoll, um deſto höher ſeyn. Wäre nemlich der Durchmeſſer des Haarröhrchens noch einmal ſo enge, ſo würde die Grundfläche der Queckſilberſäule im Haarröhrchen viermal kleiner, folglich die äuſſere Säule von gleicher Grundfläche viermal höher ſeyn, um eben den Zuſammenhang der Queckſilbertheile zu überwinden. Bey einem halb ſo großen Durchmeſſer wird aber auch die Peripherie der Oeffnung nur halb ſo groß ſeyn, und das Queckſilber muß durch einen gleichen Druck noch einmal ſo hoch in das Haarröhrchen eindringen. Demnach wären die Höhen des Queckſilbers auſſer dem Haarröhrchen in einem zuſammengeſetzten Verhältniſſe aus dem verkehrten der Quadrate der Durchmeſſer und dem geraden der Durchmeſſer d. h. ſie verhalten ſich umgekehrt wie die Durchmeſſer.

§. 109.

Aus den bisher angeführten Lehren der Cohäſionskraft zwiſchen den flüſſigen und feſten Körpern nebſt den Phänomenen, welche ſich an den Haarröhrchen zeigen, laſſen ſich ſehr viele Erſcheinungen in der Natur erklären. Es iſt nemlich daraus leicht begreiflich, wie flüſſige Materien in diejenigen Körper ein-

eindringen, deren Gewebe zarte Röhrchen bilden, und welche mit den Flüſſigkeiten zuſammenhängen. So dringt Waſſer in Salze, Zucker, Schwamm, Löſchpapier, Leinwand, Stricke, Saiten, Holz, Sand, Aſche, Knochen u. d. gl. Auf eben dieſe Art erhebt ſich das Oel oder der geſchmolzene Talg in den Dachten in die Höhe, und ſo werden Tücher und Leinwand durch Walkererde und Seife gereiniget u. ſ. f. Im Gegentheil werden flüſſige Materien in dergleichen Körper nicht eindringen können, wenn die Theile unter ſich ſtärker als mit dieſen Körpern zuſammenhängen. So wird Oel nicht durch Löſchpapier dringen, welches mit Waſſer naß gemacht worden, auch Queckſilber nicht durch Leinwand und Flor, wenn es nicht durchgepreßt wird, ſo wie Waſſer nicht durch Leinewand, welche vorher mit Bärlappſaamen beſtreuet worden.

§. 110.

Auf die Kraft der Cohäſion zweyer ungleichartiger Materien gegen einander gründet ſich auch die ſogenannte Auflöſung. Man verſteht darunter die Wirkung zweyer ungleichartiger Materien gegen einander, ſofern ſie durch eigene Kräfte wechſelſeitig die Theile der Materie von einander trennen, und ſich unter einander ſo verbinden, daß ſie einen vollkommen gleichartigen Körper zuwege bringen. Den Zuſammenhang, welchen die beyden ungleichartigen Materien gegen einander vermöge ihrer eigenen Kräfte zeigen, um ſich zu einem gleichartigen Ganzen zu vereinigen, nennt man einfache Verwandtſchaft (affinitas ſimplex). Die Erfahrung lehret, daß eine Materie mit einer andern ihr ungleichartigen bald eine ſtärkere, bald eine geringere Verwandtſchaft habe, als mit einer dritten, nachdem die erſtere mit der andern entweder ſtärker oder ſchwächer, als mit der dritten ſich verbindet. Auch nennt man wohl den aus der

Auf-

Auflöſung entſtandenen gleichartigen Körper ſelbſt die Auflöſung z. B. Waſſer und Weingeiſt, Zucker und Waſſer, Gummi und Waſſer, geſchmolzenes Bley und Zinn, Gold und Königswaſſer, Silber und Scheidewaſſer u. d. gl.

§. 111.

Bey der Auflöſung zweyer Körper wirken zwar beyde durch ihre eigenen Kräfte wechſelſeitig gegen einander; mehrentheils aber ſcheint doch einer von dieſen beyden Körpern theils wegen ſeiner Flüſſigkeit, theils wegen ſeiner Schärfe, theils auch wegen ſeiner größern Menge wirkſamer als der andere zu ſeyn, des letztern Theile gleichſam von einander zu trennen, und ſich mit ihm aufs innigſte zu vereinigen; dieſen nennt man nun das Auflöſungsmittel (ſolvens, menſtruum); den andern aber, welcher ſich mehr leidend zu verhalten ſcheinet, den aufzulöſenden Körper. Bey der Auflöſung ſelbſt werden die Theile des aufzulöſenden Körpers mit dem Auflöſungsmittel ſo genau verbunden, daß beyde zuſammen einen vollkommenen gleichartigen Körper bilden, bey welchen man auch durch die beſten Vergrößerungsgläſer gar keine ungleichartigen Theile, welche ſich aufgelöſet haben, bemerken kann. Es iſt alſo irrig, wenn man ſich, wie gewöhnlich, die Vorſtellung macht, daß die aufzulöſenden Körper blos in zarte Theilchen zerriſſen würden, und in den Zwiſchenräumchen des Auflöſungsmittels ſchwömmen. Behauptet man, wie die mehreſten Naturforſcher thun, die abſolute Undurchdringlichkeit der Materie, ſo iſt man auch in die abſolute Nothwendigkeit verſetzet, anzunehmen, daß die Auflöſung nicht weiter als bis zu Atomen gehen könne, welche in dem Aufgelöſten ſchwimmen müßten. Es könnten alſo dieſe Atome des aufzulöſenden Körpers mit den Atomen des Auflöſungsmittels in keine andere Verbindung treten, als

daß

daß ſie ſich entweder unmittelbar berührten, wie Waſſer und Glas, oder daß ſie mittelbar durch anziehende Kräfte zuſammenhingen, und ſo ein Ganzes ausmachten. Allein dies iſt theils obiger Erfahrung zuwider, theils wäre es bloße Hypotheſe, in welcher zu viel willkürliches liegen würde, und welche folglich nicht einmal wahrſcheinlich dargethan werden könnte. Daher iſt es weit vernünftiger und auch dem Begriffe der Auflöſung weit angemeſſener, daß die Materie des aufzulöſenden Körpers durch das Auflöſungsmittel durchdrungen werde, und auf dieſe Weiſe beyde wechſelſeitig an den Eigenſchaften Antheil nehmen, wodurch in der genaueſten Verbindung der Theile unter einander ein Körper entſteht, der für ſich als ein Ganzes zu betrachten iſt.

Anmerk. Hier noch eine Frage: iſt die abſolute Auflöſung, welche eine chemiſche Durchdringung ſeyn würde, möglich? — Unter einer abſoluten Auflöſung verſteht man diejenige, worin kein Theil der einen Materie angetroffen wird, welcher nicht mit einem Theile der andern von jener ſpecifiſch verſchiedenen Materie in demſelben Verhältniſſe wie die Ganzen vereiniget wäre. Daß ſich dieſe gedenken laſſen, iſt offenbar. Denn ſo lange die Theile einer aufgelöſeten Materie noch Klümpchen enthält, ſo muß ſich aus eben dem Grunde, wie bey größern Theilen annehmen laſſen, daß noch eine Auflöſung nöthig ſey, ja daß ſogar dieſe Auflöſung noch erfolgen müſſe, ſo lange die auflöſende Kraft dauert, bis endlich kein Theil mehr da iſt, welcher nicht aus der aufzulöſenden Materie und aus dem Auflöſungsmittel in eben dem Verhältniſſe zuſammengeſetzet wäre, worin beyde zu einander im Ganzen ſind. Da nun in einem ſolchen Falle kein Theil von dem Raumesinhalte

der

der Auflöſung ſeyn kann, welcher nicht einen Theil von dem Raumesinhalte des Auflöſungsmittels enthielte, ſo muß auch dieſes als ein Zuſammenhängendes den ganzen Raum erfüllen. Weil auch ferner kein Theil eben deſſelben Raumesinhaltes der Auflöſung ſeyn kann, welcher nicht einen Theil der aufgelöſeten Materie enthielte, ſo muß auch dieſe als ein Zuſammenhängendes den ganzen Raum erfüllen. Wenn aber zwey Materien und zwar eine jede ein und eben denſelben Raum erfüllen, ſo durchdringen ſie einander. Dieſemnach würde eine abſolute Auflöſung auch eine Durchdringung der Materien ſeyn. Es ſcheint dieſes dem oben im §. 43. Bewieſenen zu widerſprechen, da nemlich der Materie keine Durchdringlichkeit, ſondern nur eine relative Undurchdringlichkeit beygeleget werden konnte. Allein dieſe Durchdringung würde von der chemiſchen gänzlich verſchieden ſeyn. Denn bey jener müßte gedacht werden, daß die zurückſtoßende Kraft wenigſtens der einen Materie durch die Kraft einer andern bewegten Materie gänzlich überwältiget, folglich ihre Ausdehnung auf nichts gebracht werden könnte, welches unmöglich iſt; da im Gegentheil bey dieſer die Ausdehnung bleibt, ſondern beyde Materien nehmen nur nicht auſſer, ſondern in einander zuſammen einen Raum an, welcher ſich nach der Summe ihrer Dichtigkeit richtet. Dieſe chemiſche Durchdringung, gegen welche auch nicht das mindeſte einzuwenden iſt, enthielte nun zugleich eine vollendete Theilung ins Unendliche, welche ebenfalls ſo wenig widerſprechendes hat, als die abſolute Auflöſung, weil dieſe Auflöſung durch eine Reihe Augenblicke mit Beſchleunigung geſchiehet, folglich auch die gänzliche Auflöſung in

einer anzugebenden Zeit vollendet werden kann. Geſetzt auch, die chemiſche Kunſt wäre nicht vermögend, eine ſolche abſolute Auflöſung zu bewirken, ſo folgt doch nicht, daß die Natur ſie nicht in ihrer Gewalt habe. Schon daraus läßt ſich dieſes beweiſen, weil die chemiſche Kunſt es bey weitem noch nicht ſo weit gebracht hat, die einfachſten Beſtandtheile derjenigen Materien, die gewiß noch mit andern ſpecifiſch verſchiedenen Materien aufs genaueſte verbunden ſind, aufzufinden.

§. 112.

Alle Körper haben eine ſehr große Verwandſchaft mit dem Feuer, und eben hierdurch laſſen ſich die Theile auch der feſten Körper von einander trennen, ſo daß ſie nun in eine Flüſſigkeit übergehen oder ſchmelzen. Sobald man aber einen ſolchen geſchmolzenen Körper des Feuers wieder beraubet, oder ſelbigen erkalten läßt, ſo wird er wieder von neuem feſte. Wenn dies Erkalten langſam von ſtatten gehet, und der Körper wird nicht etwa durch Schütteln oder Umrühren in eine ſtarke Bewegung gebracht, ſo nehmen ſeine Theile vermöge der Cohäſionskraft von ſelbſt verſchiedene beſtimmte Formen und Geſtalten an, welche Kryſtalle genennet werden. Geſchieht das Erkalten aber zu ſchnell, oder wird der Körper während des Erkaltens ſtark bewegt, ſo haben die Theile nicht Zeit genug, ſich regelmäßig mit einander zu verbinden, und es entſteht alsdenn eine unregelmäßige Kryſtalliſation. Die Natur beweiſet dergleichen Kryſtalliſationen an unzähligen feſten Körpern, an Metallen, Steinen, Erden, Salzen und Schwefel. Auch durch die Kunſt laſſen ſich bey vielen Auflöſungen durch allmähliches Abdampfen ſchöne Kryſtalle gewinnen. So liefern die Mittelſalze, Neutralſalze, metalliſche Salze,

ſaure

ſaure Salze u. d. gl. kryſtalliniſche Formen von verſchiedenen Geſtalten. In Anſehung des Schmelzens und Erkaltens feſter Körper hat man Beyſpiele am Spiesglas- Wismuthkönig u. ſ. f. M. ſ. *de Romè Deliſle* eſſai de Cryſtallographie, à Paris 1772. Verſuch einer Kryſtallographie von Herrn de Romè Delisle aus dem Franzöſ. von Chriſt. Ehrenfr. Weigel. Greifswalde 1777. 8. Pet. Joſ. Maquer chymiſches Wörterbuch nach alphabetiſcher Ordnung, aus dem Franzöſ. mit Anmerk. und Zuſätzen von Joh. Gottf. Leonhardi. Leipzig 1788-1791. Th. I - VII. 8. Art. Kryſtalliſirung. Uebrigens lehrt die Erfahrung, daß die Kryſtallen verſchiedener Körper auch eben ſo viele verſchiedene Geſtalten und Formen geben, wovon der Grund ganz allein in der verſchiedenen Natur der von einander ſpecifiſch verſchiedenen Materien zu ſuchen iſt.

§. 113.

Zwey feſte Körper können unter einander keine Auflöſung bewirken. Daher hatten die Alten ſchon den Grundſatz, corpora non agunt, niſi fluida. Es muß alſo wenigſtens der eine Körper flüſſig gemacht, d. h. er muß geſchmolzen werden, wenn zwiſchen beyden Körpern eine Auflöſung vor ſich gehen ſoll. Man ſucht gemeiniglich den Grund davon darin, weil die Summe der Cohäſionskräfte der gleichartigen Theile feſter Körper größer als die Summe der Verwandſchaften ſey. Allein aus dem §. 88. erhellet, daß dies unmöglich der Grund ſeyn kann. Die Auflöſung ſcheint dieſe weſentliche Bedingung vorauszuſetzen, daß die Theile wenigſtens des einen Körpers eine groſze Verſchiebbarkeit beſitzen, um ſich ungehindert vermöge ihrer eigenen Kräfte aufs innigſte verbinden zu können. Da dies nun bey den Theilen der feſten Körper wegen

ihrer Reibung an einander nicht ſtatt findet, ſo fällt auch jene Bedingung weg; und dieſerwegen können auch zwey feſte Körper unter einander ſich nicht auflöſen. Ich bin überzeugt, daß zwey feſte Körper eben ſo gut, wie flüſſige, ſich aufs genaueſte vereinigen würden, wenn keine Reibung zwiſchen den Theilen derſelben ſtatt fände. Es liegt alſo eigentlich der Grund der Unauflöslichkeit der feſten Körper gegen einander mehr in der Reibung als in den Cohäſionskräften der Theile unter einander. Aus dieſer Urſache können ſich ſelbſt getrennte Theile ein und des nemlichen Körpers nicht anders wieder vereinigen, als wenn ſie zuſammengeſchmolzen werden. Dies hat nun auch den Unterſchied der Auflöſungen auf dem naſſen Wege (ſolutiones humidae), und der Auflöſungen auf dem trockenen Wege (ſolutiones ſiccae) veranlaſſet. Bey jenen iſt von den ſich aufzulöſenden Körpern wenigſtens der eine an und für ſich ſchon in dem flüſſigen Zuſtande, bey dieſen aber müſſen ſie erſt flüſſig gemacht d. h. geſchmolzen werden, ehe ſie ſich auflöſen können. Beyſpiele der Auflöſungen auf dem trockenen Wege ſind Schwefel und Laugenſalz, Schwefel und Eiſen, Schwefel und Bley, Kieſelerde und Laugenſalz u. d. gl.

§. 114.

Wenn die auflöſende Kraft des Auflöſungsmittels ſo viele Theile von dem aufzulöſenden Körper aufgelöſet hat, daß es nun keine Theile mehr aufzunehmen ſcheinet, ſo ſagt man, das Auflöſungsmittel ſey geſättiget (ſaturatum). Man ſtellt ſich nemlich die Sache ſo vor, als wenn das Auflöſungsmittel die aufgelöſeten Theile aufnähme, und, ſobald es geſättiget iſt, keine mehr aufnehmen könnte. Dies rührt eigentlich von der falſchen Vorſtellung her, als wenn die aufgelöſeten Theile in die leeren

Zwi-

Zwiſchenräume des Auflöſungsmittels ſich begäben, und wenn dieſe vollgepfropft wären, keine Auflöſung mehr ſtatt finde. Uebrigens iſt dieſe Sättigung bey vielen Körpern nach der verſchiedenen Temperatur gar ſehr verſchieden.

§. 115.

Das Volumen, welches die Auflöſung einnimmt, kann der Summe der Räume, welche die einander auflöſenden Materien vor der Vermiſchung erfülleten, gleich, oder kleiner oder größer ſeyn, nachdem die auflöſenden Kräfte gegen die zurückſtoßenden im Verhältniſſe ſtehen. Die Erfahrung hat gelehret, daß folgende Materien in der Vermiſchung dichter werden, mithin einen kleinern Raum ausfüllen, Gold und Silber, Gold und Bley, Gold und Zink, Gold und Wismuth, Silber und Kupfer, Silber und Zinn, Silber und Bley, Silber und Zink, Silber und Wismuth, Kupfer und Zinn, Kupfer und Zink, Kupfer und Wismuth, Kupfer und Spiesglaskönig, Bley und Wismuth, Bley und Spiesglaskönig, Queckſilber und Zinn, Queckſilber und Bley; lockerer werden folgende Körper, und nehmen daher auch einen größern Raum ein: Gold und Kupfer, Gold und Eiſen, Gold und Zinn, Platinum und Kupfer, Eiſen und Spiesglaskönig, Eiſen und Zink, Eiſen und Wismuth, Kupfer und Bley, Zinn und Zink, Zinn und Bley, Zinn und Spießglaskönig, Queckſilber und Wismuth. M. ſ. *Joh. Dav. Hahnii* diſſ. de efficacia mixtionis in mutandis corporum voluminibus. 1751. 4.

§. 116.

Es können mehr als zwey von einander ſpecifiſch verſchiedene Materien ſich aufs innigſte vereinigen, ſo daß ſie in der Zuſammenſetzung ein vollkom-

men gleichartiges Ganze darſtellen. Es müſſen alſo auch hier die ſpecifiſch verſchiedenen Materien eine Verwandſchaft gegen einander haben, und eben dieſe nennt man eine **complicirte Verwandſchaft** (affinitas complicita). So geben z. B. Gold, Silber und Kupfer, Bley, Zinn und Wismuth, Weingeiſt, Waſſer und Zucker u. ſ. f. in der Miſchung völlig gleichartige Körper. Es können aber auch zwey ſpecifiſch verſchiedene Materien, welche entweder gar keine oder doch eine ſehr geringe Verwandſchaft gegen einander haben, vermittelſt einer dritten Materie, welche mit jenen beyden eine nahe Verwandſchaft beſitzen, ſo zuſammen vereiniget werden, daß ſie ebenfalls ein gleichartiges Ganze bilden. Dieſe complicirte Verwandſchaft nennt man **Aneignung** (appropriatio) oder **aneignende Verwandſchaft** (affinitas appropriata, adjuta); die Materie aber, welche die beyden andern verbindet, das **aneignende Verwandſchaftsmittel** (intermedium, corpus approprians). So vermiſcht ſich Fett und Waſſer mit Laugenſalz, Schwefel und Waſſer mit Laugenſalz u. ſ. f. M. ſ. *Jo. Frid. Henkel* de appropriatione. Dresd. 1727. 8. und in ſeinem klein. mineral. und chem. Schr. S. 1.

§. 117.

Die Verwandſchaft der Körper kann auch ſelbſt dazu dienen, um die eine von zweyen innigſt verbundenen ungleichartigen Materien von der andern zu trennen oder abzuſcheiden, wenn nemlich eine dritte Materie mit der einen von den beyden verbundenen Materien eine größere Verwandſchaft als mit der andern hat. Demnach iſt auch die Verwandſchaft der Körper ſelbſt ein Mittel, die ungleichartigen Stoffe eines zuſammengeſetzten Körpers von einander zu ſcheiden. Dieſe Art der complicirten Verwand-

wandſchaft heißt die einfache Wahlverwandſchaft (affinitas electiva ſimplex). Man ſetze, er werde zu einem aus zweyen ungleichartigen Stoffen A und B zuſammengeſetzter Körper der dritte Stoff C hinzugethan, welcher mit A eine ſtärkere Verwandſchaft als mit B hat, ſo wird ſich natürlich C mit A ſtärker vereinigen; hat nun dieſe neue Verbindung gar keine Verwandſchaft zu B, ſo wird dieſer Stoff B abgeſchieden. Z. B. gießt man zu einer Auflöſung aus Weingeiſt (A) und Harz (B) Waſſer (C), ſo wird das Harz (B) abgeſchieden; vermiſcht man ferner die Auflöſung der Kalkerde (B) in Salpeterſäure (A) mit feuerbeſtändigem Laugenſalze (C), ſo wird die Kalkerde (B) geſchieden u. ſ. f.

§. 118.

Die Scheidung eines aufgelöſten Körpers von ſeinem Auflöſungsmittel vermittelſt eines dritten zugeſetzten Körpers, in ſichtbarer feſter Geſtalt, heißt die Niederſchlagung, Präcipitation (praecipitatio), und der auf dieſe Art abgeſchiedene Körper in ſichtbarer feſter Geſtalt der Niederſchlag, das Präcipitat (praecipitatum), der Körper endlich, welcher durch ſein Hinzuthun dieſen Niederſchlag bewirket, das Niederſchlagungsmittel (praecipitans). Beſteht nemlich eine Auflöſung aus dem Auflöſungsmittel A, und dem aufgelöſten feſten Körper B; der dritte Stoff C nun, welcher zu jener Auflöſung hinzugeſetzet wird, habe eine nähere Verwandſchaft zu A als zu B, ſo wird die neue Verbindung AC entſtehen, und B wird in feſter Geſtalt abgeſchieden werden, wenn AC keine Verwandſchaft mehr zu B hat. Bringt man z. B. zur Auflöſung der Kreide (B) in Eſſig (A) Laugenſalz (C), ſo wird die Kreide (B) niedergeſchlagen. Uebrigens

unterſcheidet man auch hier die Niederſchlagung auf dem naſſen und die Niederſchlagung auf dem **trocknen Wege**. Bey jener iſt die Solution ſchon von ſelbſt in flüſſiger Geſtalt, bey dieſer aber muß ſie erſt durchs Feuer flüſſig gemacht werden. Das vorige Beyſpiel iſt eine Niederſchlagung auf dem naſſen Wege. Ein Beyſpiel der Niederſchlagung auf dem trockenen Wege iſt die Scheidung des Bleyes (B) vom Schwefel (A) durch Eiſen (C).

§. 119.

Man hat bisher noch kein allgemeines Geſetz finden können, nach welchen ſich die Wahlverwandſchaften richteten. Es muß daher die Stärke der Verbindungen der Körper mit dem gemeinſchaftlichen Auflöſungsmittel ganz allein durch Erfahrungen beſtimmt werden. In den neuern Zeiten hat man vorzüglich mit großer Sorgfalt dergleichen Erfahrungen über die Stärke der Verwandſchaften in Tabellen oder Stufenleitern unter dem Namen **Verwandſchaftstabellen** gebracht, wobey man zugleich mit Rückſicht auf den Unterſchied der Verwandſchaften auf dem trockenen Wege und dem naſſen Wege genommen. M. ſ. Gellerts Anfangsgründe der metallurgiſchen Chemie. Leipz. 1776. 8. Erxlebens Anfangsgründe der Chemie. Götting. 1775. 8. C. F. Wenzels Lehre von der Verwandſchaft der Körper. Dresden 1777. 8. J. C. Wiegleb Reviſion der Lehre von den Verwandſchaften. Succow's Verſuch einer neuen Bezeichnung der Verwandſchaften der Körper in Crells neueſt. Entdeck. Th. IX. S. 83. u. f. Die Fehler, welche dergleichen Verwandſchaftstafeln an ſich haben, findet man angezeigt in Chriſt. Girtanners Anfangsgründen der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 10. ff.

Viertes Kapitel.
Von der Schwere der Körper.

Erſter Abſchnitt.
Von der Schwere überhaupt.

§. 120.

Die Wirkung von der allgemeinen Anziehung, welche alle Materie auf alle und in alle Entfernungen unmittelbar ausübt, heißt die Gravitation. Die Beſtrebung in der Richtung der größern Gravitation ſich zu bewegen, iſt die Schwere. Wenn demnach gleich zwiſchen den Körpern unſerer Erde auch ſogar in keinen großen Entfernungen kein Anziehen bemerket wird, ſo gravitiren ſie doch gegen einander, es bleibt nur die Wirkung deswegen unmerkbar, weil die Materie aller Körper, welche uns umgeben, in Anſehung unſerer Erde unendlich klein iſt.

§. 121.

Wenn ein Körper, ohne ihn irgend einen Stoß zu geben, ſich ſelbſt frey in einer Höhe über der Erdoberfläche überlaſſen wird, ſo beweget er ſich gegen die Erde herab, und man nimmt wahr, daß alle Punkte deſſelben in geraden Linien fortgehen, welche alle unter ſich parallel ſind. Eine ſolche Linie, in welcher ein phyſiſcher Punkt oder auch hier ein Körper ſich ganz frey gegen die Erde beweget, heißt eine lothrechte, ſenkrechte, bleyrechte, perpendikulaire oder vertikale Linie, und die Ebene auf welcher ſie ſenkrecht iſt, eine waagrechte oder Hori-

 zon-

zontalebene (planum horizontale). Es liegt alſo eine gerade Linie waagrecht oder horizontal, wenn ſie von der vertikalen Linie ſenkrecht geſchnitten wird. Weil unſere Erde ein kugelähnlicher Körper iſt und hier als vollkommene Kugel gelten kann, ſo folgt, daß die Richtungslinie der vertikal herabfallenden Körper gehörig verlängert durch den Mittelpunkt der Erde gehen, und die Horizontalfläche eigentlich keine Ebene ſeyn ſollte, weil ſie mit der Oberfläche unſerer Erde parallel gehet; allein wegen der ſehr großen Entfernung des Mittelpunktes der Erde von der Oberfläche läßt ſich ohne merklichen Fehler ein ſehr großer Theil der Erdoberfläche als völlig eben betrachten. Dieſerwegen iſt man auch berechtiget, die Richtungslinien der verſchiedenen benachbarten fallenden Körper als parallel anzuſehen.

§. 122.

Alle Materie gravitiret gegen unſere Erde, und die Gravitation iſt eine weſentliche Eigenſchaft aller nur möglichen Körper; daraus folgt aber nicht, daß alle Materie gegen unſere Erde ſchwer ſey. So weit wir jedoch Erfahrungen anſtellen können, ſo haben wir Grund genug anzunehmen, daß die Schwere aller Körper gegen unſere Erde ein allgemeines Phänomen ſey, nur einige wenige Stoffe ausgenommen, wie oben mit mehreren erhellen wird. Durch die Schwere der Körper gegen die Erde kann kein Körper bey aller nur möglichen Bewegung von ſelbiger entfliehen, und muß daher mit dieſer in einer beſtändigen Verbindung bleiben. Uebrigens iſt es weiter nicht nöthig, und ſchlechterdings unmöglich, über die Urſache der Schwere Betrachtungen anzuſtellen. Es iſt oben ſchon bewieſen worden, daß alle Materie weſentliche anziehende Kräfte beſitze, welche auf alle Materie in allen Entfernungen unmittelbar wirken. Wer will nun aber

über

über das hinaus, was über die Vernunft gehet? — Dies würde wahrhaftig ein leeres Unternehmen ſeyn. Die Meinungen derjenigen, welche die Schwere von den Wirkungen einer feinen flüſſigen Materie, oder von dem Drucke oder Stoße herleiten wollen, ſind ſchon oben als unzulänglich genugſam widerleget worden.

§. 123.

Die Schwere wirket ſtets und unterbrochen auf die Körper, und zwar in allen Theilen, und ſelbſt die Erfahrung lehret, daß ſie an ein und eben demſelben Orte in einem Körper immer einerley bleibet; dieſerwegen muß ſie auch immer ein und die nemliche Richtung behalten. Hieraus folgt, daß die Körper, auch wenn ſie unterſtützet ſind, vermöge der Schwere wirkſam ſeyn müſſen; ſie drücken nemlich die Unterſtützung, und ſinken wirklich gegen die Erde herab, wenn dieſe weggenommen wird. Die Größe dieſes Drucks, welche ein Körper äuſſert, heißt das Gewicht (pondus). Es ſind alſo Schwere und Gewicht wohl von einander zu unterſcheiden. Schwere iſt nichts weiter als die beſchleunigende Kraft (§. 62.), weil ſie ununterbrochen auf jeden Körper wirkt, Gewicht aber die bewegende Kraft der ſchweren Materie, folglich das Produkt aus der beſchleunigenden Kraft der Schwere in die Menge der Materie. Geſetzt es ſey die Menge der Materie $= M$, das Gewicht $= P$ und die beſchleunigende Kraft der Schwere $= f$, ſo hat man $P = f. M.$ Hieraus ergiebt ſich $f = \frac{P}{M}$ d. h. man findet die beſchleunigende Kraft der Schwere, wenn man die Menge der Materie in ihr Gewicht dividirt. Es folgt ferner, daß ſich die Gewichte zweyer verſchiedener Körper zu einander verhalten wie die bewegen-

den Kräfte, oder wie die Produkte der Maſſen in die beſchleunigende Kraft der Schwere. Es ſey nemlich m die Menge der Materie eines andern Körpers und p ſein Gewicht, ſo iſt auch $p = f. m$, folglich hat man $P : p = f. M : f. m$.

§. 124.

Weil die Schwere alle Theile eines Körpers affiziret, ſo kann auch dieſe beſchleunigende Kraft an und für ſich weder vermehret noch vermindert werden, es mögen die Theile des Körpers zuſammengenommen in einen einzigen Körper vereiniget ſeyn, oder ſie mögen von einander getrennt ſeyn. Das Gewicht im Gegentheil muß allerdings verändert werden, indem ſolches von der Menge der Materie eines Körpers abhängt. Man nehme nemlich an, die Menge der Materie eines Körpers ſey M, das Gewicht P und die beſchleunigende Kraft der Schwere f; würde nun der Theil m von der Maſſe M weggenommen, ſo wird das Gewicht der übrigen Materie $= p = f. (M - m)$, und folglich kleiner als P oder fM ſeyn; allein die beſchleunigende Kraft f wird immer dieſelbe bleiben; denn ſie iſt $\frac{f (M - m)}{M - m} = f.$ (§. 123.)

§. 125.

Die Erfahrung lehret, daß verſchiedene Körper von einerley Umfang nicht einerley Gewicht haben. Man kann alſo daraus ſchließen, daß diejenigen Körper, welche bey gleichem Umfange ein größeres Gewichte beſitzen, als andere, auch mehr Materie, folglich auch eine größere Dichtigkeit als dieſe haben müſſen. Daher theilet man den Körper in Körper ſchwererer Art (corpora ſpecifice graviora) und in Körper leichterer Art ein (corpora ſpecifice leviora). Jene ſind diejenigen, welche

bey

bey einerley Umfange mehr, und dieſe, welche weniger Materie enthalten. Die Gewichte der Körper beſtimmen alſo auch die Menge der materiellen Theile in einem beſtimmten Raume.

Anmerk. Es ſcheint dieſer Satz, daß das Gewichte die Quantität der Materie in einem beſtimmten Raume beſtimmen könne, dem im §. 57. bewieſenen zu widerſprechen, daß nemlich die Quantität der Materie in Vergleichung mit einer andern bloß durch die Bewegung bey gleicher Geſchwindigkeit geſchätzet werden könne. Allein weil bey der Kraft der Schwere die Wirkung der Materie mit allen ihren Theilen zugleich unmittelbar auf alle Theile einer andern Materie (nemlich derjenigen, welche mit jener durchs Abwiegen das Gleichgewicht hält) geſchieht, und folglich bey gleichen Entfernungen offenbar der Menge der Theile proportioniret iſt, der ziehende Körper ſich dadurch auch ſelbſt eine Geſchwindigkeit der eigenen Bewegung ertheilet, nemlich durch den Widerſtand des Gezogenen, welche gerade der Menge der Theile bey gleichen äuſſern Umſtänden proportioniret iſt, ſo geſchieht auch hier die Schätzung der Quantität der Materie, wiewohl indirekt, doch in der That vermittelſt der Bewegung.

§. 126.

Wenn die Größe des Drucks eines Körpers d. i. ſein Gewicht beſtimmt angegeben werden ſoll, ſo muß man das Gewicht des einen Körpers zur Einheit annehmen, und alsdenn vergleichungsweiſe unterſuchen, welcher Körper ſchwererer, und welcher leichterer Art iſt, weil ſich das Gewicht eines Körpers an ſich nicht beſtimmen läßt. Im gemeinen Leben pflegt man die zur Einheit angenommene Größe des Drucks eines

Kör-

Körpers ſelbſt Gewicht zu nennen, wie z. B. Pfund, Centner, Stein, Loth, Unze u. ſ. f. Betrachtet man nun die beſtimmte Größe des Drucks eines Körpers gegen das, was ihn unterſtützet, ohne auf ſeinen Umfang Rückſicht zu nehmen, ſo nennt man ſelbigen das abſolute Gewicht des Körpers (pondus abſolutum). Vergleicht man hingegen die abſoluten Gewichte zweyer Körper mit einander in Anſehung eines beſtimmten Volumens, welchen beyde Körper einnehmen, ſo erhält man den Begriff von dem ſpecifiſchen oder eigenthümlichen Gewichte (pondus ſpecificum), oder von der ſpecifiſchen oder eigenthümlichen Schwere (gravitas ſpecifica). Man verſteht alſo unter dem ſpecifiſchen Gewichte eines Körpers das Gewicht eines Körpers von einem beſtimmten Raumesinhalte im Verhältniſſe mit dem Gewichte eines andern Körpers von eben dem Inhalte. Weil nun die Gewichte die Quantität der Materien in einem beſtimmten Raume beſtimmen, ſo fließen hieraus folgende Sätze:

1. Die abſoluten Gewichte zweyer Körper von einerley Volum verhalten ſich wie ihre Maſſen, folglich auch wie ihre ſpecifiſchen Gewichte. Setzt man überhaupt die abſoluten Gewichte P, p, die Maſſen M, m, die Volumen V, v und die ſpecifiſchen Gewichte G, g; ſo hat man $P : p = M : m = G : g$, wenn $V = v$.

2. Bey gleichen abſoluten Gewichten, folglich auch bey gleicher Maſſe zweyer Körper verhalten ſich die ſpecifiſchen Gewichte umgekehrt wie ihre Volumen. Man hat alſo bey $P = p$, oder $M = m$; $G : g = v : V$.

3. Bey ungleichen Volumen und ungleichen abſoluten Gewichten verhalten ſich die ſpecifiſchen Gewichte wie die Produkte der abſoluten Gewichte oder der Maſſen durch die verkehrten Volumen multipliciret. Man hat alſo $G : g = Pv : pV = Mv : mV$.

Hypo-

Hypotheſen über die Urſache der Schwere findet man geſammlet in **Gehlers** phyſikal. Wörterb. Th. III. S. 893. u. f.

Zweyter Abſchnitt.

Vom Gleichgewichte feſter Körper und von dem Schwerpunkte derſelben.

---

§. 127.

Eine gerade unbiegſame Linie a b (Fig. 25.) ohne Schwere, welche in einem gewiſſen Punkte ſo unterſtützet iſt, daß ſie ſich zwar um ſelbigen frey drehen, ſonſt aber nicht weiter ausweichen kann, heißt ein **mathematiſcher Hebel**, der unterſtützte Punkt c ſein **Ruhepunkt**, und das, was den Hebel in dieſem Punkte hält, die **Unterlage** (fulcrum hypomochlium). Auf dieſen mathematiſchen Hebel können Kräfte alſo wirken, daß ſie denſelben auf entgegengeſetzte Art zu drehen ſtreben, einander aber im Gleichgewichte erhalten; dieſe Kräfte heißen nach ihrer verſchiedenen Beſtimmung **Kraft** und **Laſt**, welche man ſich auch als ziehende Gewichte vorſtellen kann. Wenn der Ruhepunkt des Hebels zwiſchen den Punkten a und b, woran die Gewichte befeſtiget ſind, oder auch zwiſchen der Kraft und Laſt liegt, ſo heißt er ein **Hebel der erſten Art, doppelarmiger Hebel** (vectis heterodromus); wenn aber die Kraft und Laſt an einer Seite des Ruhepunktes am Hebel angebracht ſind, wie in a und b (Fig. 26.), ſo heißt er ein **Hebel der andern Art**, oder ein **einarmiger Hebel** (vectis homodromus). Beym Hebel der andern Art ſind noch zwey Gattungen, die eine, wo die Laſt zwi-

zwiſchen der Kraft und dem Ruhepunkte, und die andere, wo die Kraft zwiſchen der Laſt und dem Ruhepunkte angebracht iſt.

§. 128.

Wenn in der Mitte c (Fig. 25.) des Hebels der erſten Art der Ruhepunkt ſich befindet, und an beyden Enden a und b gleiche Gewichte p und q hangen, ſo muß alles im Gleichgewichte ſeyn, folglich der Hebel ruhen (§. 66.). Wäre aber bey gleichen Entfernungen vom Ruhepunkte das Gewicht q größer als p, ſo kann auch kein Gleichgewicht bleiben, ſondern das größere Gewicht q ziehet das kleinere p in die Höhe, und der Hebel muß ſich um den Ruhepunkt c drehen.

§. 129.

Weil nichts vorhanden iſt, was dieſe beyden Gewichte p und q am doppelarmigen Hebel halten kann, als die Unterlage bey c, ſo muß dieſe die völlige Laſt $2p = 2q$ tragen, wenn c in der Mitte des Hebels und $p = q$ iſt. Würde demnach an c ein Faden befeſtiget, und eine Kraft $2p = 2q$ zöge vertikal aufwärts, ſo brauchte es der Unterlage bey i nicht, und der Hebel würde doch noch ruhen. Hieraus folgt alſo, daß zwey gleich große Kräfte, welche am Hebel der erſten Art in gleichen Entfernungen vom Ruhepunkte nach ihren urſprünglichen Richtungen ziehen oder drücken, im Gleichgewichte ſind, wenn ſie den Hebel auf entgegengeſetzte Art zu drehen ſtreben.

§. 130.

Nimmt man in dem vorigen Falle (§. 129.) das eine Gewicht q hinweg, ſo muß der Punkt b zu ſteigen anfangen, wenn nicht bey b etwas anders angebracht wird, welches hindert, daß p nicht ſinken kann. Geſetzt, der angebrachte Widerſtand bey b könnte mehr ausſtehen, als nöthig wäre, das Gewicht p zu erhalten,

ten, ſo leidet er doch nur genau ſo vielen Gegendruck als der Punkt b Kraft anwendet, ſich zu heben d. h. wenn b von gar keiner Kraft in die Höhe getrieben würde, ſo würde auch der Widerſtand gar keinen Gegendruck leiden; wird aber b von einer Kraft = p in die Höhe zu ſteigen genöthiget, ſo leidet auch der Widerſtand bey b genau ſo vielen Gegendruck, als dieſe Kraft p wirket. Dies letztere findet nur ſtatt, wenn p bey a unterwärts und in c eine Kraft = 2 p vertikal aufwärts ziehet, und bey b ſtatt der Kraft q ein Widerſtand angebracht iſt. Es muß demnach alles einerley bleiben, es mögen die Gewichte p, q und die Kraft 2 p = 2 q nach der vertikalen Richtung cd angebracht ſeyn, oder es mag p und 2 p ungeändert bleiben, und ſtatt q der erwähnte Widerſtand angebracht werden. In dem erſten Falle iſt nun alles im Gleichgewichte, alſo muß es auch im zweyten ſeyn. Es hält demnach bey dem einarmigen Hebel ab das einfache Gewicht p in der doppelten Entfernung ab vom Ruhepunkte b die doppelte Kraft 2 p nach der vertikalen Richtung cd in der einfachen Entfernung cb vom Ruhepunktr c das Gleichgewichte.

§. 131.

Man nehme bf = bc = ca, hänge in f ein Gewicht ſ = 2 p, in c ein Gewicht r = 2 p = q, und bringe in b eine Unterlage an, ſo werden alle vier Gewichte p r, 2p nach der vertikalen Richtung cd und ſ im Gleichgewichte ſeyn. Nun ſind aber die beyden Gewichte r und 2 p nach der Richtung cd für ſich im Gleichgewichte, weil beyde gleiche Kräfte nach gerade entgegengeſetzten Richtungen wirken, folglich bleiben auch p und ſ im Gleichgewichte, wenn gleich die Gewichte r und 2 p weggenommen werden. Es wird demnach beym Hebel der erſtern Art alles im Gleichgewichte bleiben, wenn das einfache Gewicht p

in

in der doppelten Entfernung vom Ruhepunkt b, und das doppelte Gewicht ſ in der einfachen Entfernung vom Ruhepunkte b am Hebel angebracht iſt. Weil nun hier offenbar die Unterlage b die beyden Gewichte p und ſ halten muß, ſo läßt ſich wiederum ein Gewicht p + ſ = 3p annehmen, welches ſtatt der Unterlage bey b vertikal aufwärts zieht, und ſo würde noch alles im Gleichgewichte ſeyn. Wenn dieſe Schlüſſe fortgeſetzet werden, ſo wird man von folgendem Satze eine ſehr leichte Ueberzeugung erhalten: **Wenn des kleinern Gewichtes Entfernung von dem Ruhepunkte in des größern Gewichtes Entfernung vom Ruhepunkte ſo vielmal enthalten iſt, als das kleinere in dem größern Gewichte, ſo halten beyde einander das Gleichgewicht.** Dieſer Satz iſt völlig einerley mit folgendem: **Wenn zwey Kräfte am Hebel nach ihrer urſprünglichen Richtung wirken, ſo ſind ſie im Gleichgewichte, wenn ſie ſich umgekehrt wie die Entfernungen vom Ruhepunkte verhalten.** Im Falle des Gleichgewichtes hat man alſo p : ſ = bf : ab.

§. 132.

Aus der Proportion p : ſ = bf : ab erhält man p. ab = ſ. bf d. h. wenn Laſt und Kraft am Hebel im Gleichgewichte ſind, ſo muß das Produkt der Laſt in ihre Entfernung dem Produkt der Kraft in ihre Entfernung vom Ruhepunkte gleich ſeyn. Dieſe Produkte heißen die **Momente** oder die **Abwagen der Laſt und Kraft.** Demnach erhalten Laſt und Kraft einander am Hebel im Gleichgewichte, wenn ihre Momente gleich ſind, oder wenn ſie gleiche Abwage haben.

§. 133.

Wenn die Wirkungen der am Hebel angebrachten Kräfte nicht, wie bisher iſt angenommen worden, nach ſenkrechten ſondern nach ſchiefen Richtungen geſchehen, ſo iſt alsdenn die aus dem Ruhepunkte auf die Richtungslinie ſenkrecht gezogene Linie für die Entfernung der Kräfte vom Ruhepunkte anzunehmen, und es findet das Gleichgewicht ſtatt, wenn die Produkte dieſer Kräfte in die Entfernungen gleich ſind. Es ſey a b (Fig. 27.) ein doppelarmiger Hebel, c der Ruhepunkt, und die Richtungen der Kräfte, welche am Hebel wirken, a d und b e; ſo werden die aus dem Ruhepunkte c auf dieſe Richtungen gezogenen ſenkrechten Linien die Linien c d und c e ſeyn, und es folget das Gleichgewicht, wenn p : q = c e : c d, mithin p. c d = q. c e iſt. Wären alſo am einarmigen Hebel a c (Fig. 28.) die beyden Kräfte an dem gemeinſchaftlichen Punkt a angebracht, und wirkten nach den ſchiefen Richtungen a b und a d, ſo kann nur alsdenn das Gleichgewicht erfolgen, wenn p : q = c d : c b, folglich p. c b = q. c d iſt. Wenn die Kraft r (Fig. 27.) auf den Hebelsarm c b ſenkrecht wirkt, und mit p das Gleichgewicht hält, ſo iſt r : q = c e : c b d. h. wie der Sinus des Winkels c b e zu dem Sinus totus. Hieraus folgt, daß eine Kraft, welche am Hebel ſenkrecht wirkt, mehr vermag, als wenn ſie nach einer ſchiefen Richtung wirkt.

§. 134.

Wenn an dem Hebel a b (Fig. 29.) die Laſt und Kraft in den Punkten b und a angebracht ſind, ſo verhalten ſich die Wege, durch welche die Aufhängungspunkte a und b der am Hebel im Gleichgewichte ſtehenden Kraft und Laſt bewegt werden können, wie ihre Entfernungen vom Ruhepunkte, folglich auch um-

gekehrt wie die beyden Kräfte; bekömmt nemlich der Hebel die Lage dg, ſo iſt der Weg des Punktes b der Bogen bg, und der Weg des Punktes a der Bogen ad. Da nun cad und cbg ähnliche Kreisausſchnitte ſind, ſo hat man ca : cb = ad : bg; es iſt aber q : p = ac : cb, folglich auch q : p = ad : bg. Es iſt demnach einerley Kraft nöthig, ein einfaches Gewichte durch einen doppelten, dreyfachen u. ſ. Weg zu führen, als ein doppeltes, dreyfaches u. ſ. Gewicht durch einen einfachen Weg; oder die Geſchwindigkeit des einfachen Gewichtes iſt zweymal, dreymal u. ſ. f. größer als die Geſchwindigkeit des doppelten, dreyfachen u. ſ. Gewichtes. Was alſo durch weitere Entfernung der Kraft vom Ruhepunkte des Hebels an der Kraft gewonnen wird, das wird an der Geſchwindigkeit der Laſt verloren.

§. 135.

Wenn an einer geraden Linie ab (Fig. 30.), welche ohne Schwere gedacht wird, die Gewichte p, q, r, ſ u. ſ. ſo viel als man will hängen, ſo heißt der Punkt c, welcher mit einer Kraft gehalten werden muß, die der Summe aller Gewichte gleich iſt, wenn der Hebel im Gleichgewichte ſeyn ſoll, der **gemeinſchaftliche Schwerpunkt** aller dieſer Gewichte, und die Verticallinie durch c die **mittlere Richtung** derſelben.

§. 136.

Wenn der feſte Körper A (Fig. 31.) blos zwey ſchwere Punkte a und b hätte, ſo muß es in der geraden Linie ab einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt c für beyde Theile geben, und es iſt eben ſo viel, als wenn c allein ein ſchwerer Theil wäre, welcher dem Gewichte beyder Punkte a und b gleich. Kommt ein dritter ſchwerer Punkt d hinzu, ſo giebt es für c und

und d in der Linie c d einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt e, in welchem alſo alle drey ſchwere Punkte gleichſam vereint ſind. Iſt ferner g ein ſchwerer Punkt, ſo hat dieſer mit e den gemeinſchaftlichen Schwerpunkt f in der geraden Linie e g, und es iſt eben ſo viel, als wenn alle ſchwere Punkte in dem Punkte f allein anzutreffen wären. Dieſer Schluß gilt für jede Anzahl ſchwerer Punkte des Körpers auf die um Eins größere Anzahl. Derjenige Punkt eines ſchweren Körpers, welcher unterſtützet werden muß, wenn er in jeder Lage ruhen ſoll, heißt der Schwerpunkt des feſten Körpers. Dieſer Punkt leidet alsdenn einen Druck, welcher dem ganzen Gewichte des Körpers gleich iſt.

§. 137.

Jeder feſte Körper muß einen Schwerpunkt beſitzen, denn es iſt dieſer der gemeinſchaftliche Schwerpunkt aller phyſiſchen Punkte. Sobald ein Punkt des Körpers unterſtützet iſt, ſo kann er ruhend erhalten werden, wenn er ſich in der vertikalen Linie durch den Schwerpunkt befindet. Würde die Unterſtützung des Körpers unterhalb des Schwerpunktes angebracht, ſo ſteht er deſto ſicherer, je größer die Grundfläche iſt, womit er an das, was ihn unterſtützet, anſchließt. Sobald aber die Vertikallinie durch den Schwerpunkt gezogen auſſerhalb der Unterſtützung liegt, ſo fällt der Körper, und zwar nach der Seite hin, wo der Schwerpunkt liegt.

§. 138.

Wenn die ſchwere Materie eines Körpers durch ſeinen ganzen Raum gleichförmig vertheilt iſt, ſo haben auch gleichgroße Theile deſſelben gleiches Gewicht, und der Mittelpunkt der Schwere fällt mit dem Mittelpunkte der Größe zuſammen. So wird der Mittelpunkt der Schwere einer gleichförmig dichten Kugel

mit dem Mittelpunkt, einer gleichförmig dichten Walze und eines ſolchen geraden Prismen mit dem Mittelpunkt der Axe einerley ſeyn. In der Natur giebt es eigentlich im mathematiſchen Sinne keine ſchweren Ebenen. Wenn aber eine Maſſe nach ihrer Länge in Form eines Cylinders oder Prisma wie z. B. beym Drahte gleichförmig vertheilt iſt, ſo kann man ſie als eine ſchwere Linie anſehen, deren Schwerpunkt in der Mitte liegt. Nimmt man ferner ſehr dünne Körper von überaus kleinen Höhen, ſo kann man ſie als ſchwere Ebenen betrachten, welche alſo auch einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt haben. So iſt der Mittelpunkt eines ſchweren Kreiſes von gleichförmiger Dichtigkeit mit dem Schwerpunkte deſſelben einerley. Wenn man ferner aus zweyen Winkeln eines Dreyecks auf die Mitte der entgegengeſetzten Seitenlinien gerade Linien ziehet, ſo iſt der Durchſchnittspunkt dieſer geraden Linien der Schwerpunkt des Dreyecks; oder wenn aus irgend einem Winkel eines Dreyecks auf die Mitte der gegenüberliegenden Linie eine gerade Linie gezogen wird, ſo liegt der Schwerpunkt $\frac{2}{3}$ von dem Winkel entfernet in dieſer geraden Linie. In einem Kegel oder in einer Pyramide liegt der Schwerpunkt in der Axe und zwar $\frac{3}{4}$ von der Spitze dieſer Körper entfernet. M. ſ. Karſtens Anfangsgründe der mathematiſchen Wiſſenſchaften. Zweyter Band. S. 68. ff.

§. 139.

Wenn ein gerader Cylinder, ein gerades Prisma, eine ſenkrechte Pyramide und ein ſenkrechter Kegel auf der Grundfläche ſteht, ſo wird ein jeder Punkt in derſelben von dem Gewichte aller Theilchen, welche lothrecht darüber liegen gedruckt; folglich iſt es eben ſo viel, als wenn die Grundfläche ſelbſt ſchwer wäre, und in jedem Punkte derſelben ein Gewicht ſich befände,

fände, welches den Gewichten aller über ſelbigen loth-recht liegenden Theilen gleich iſt. Folglich werden auch alle dieſe Körper unterſtützet ſeyn, wenn die Vertikallinie durch den Schwerpunkt gezogen, inner-halb der Grundfläche fällt. Wenn demnach irgend ein Körper eine ſehr geringe Grundfläche hätte, ſo würde er zwar ruhen, wenn die Vertikallinie durch den Schwerpunkt in die Grundfläche fällt; allein die geringſte Abweichung von der vertikalen Linie würde auch verurſachen, daß der Körper umfallen oder in eine andere Lage verſetzet werden müßte. Wäre es z. B. an und für ſich möglich, daß ein ſenkrechter Kegel auf ſeiner Spitze ruhen könnte, ſo würde er ſo unterſtützet doch ſehr unſicher ſtehen. So kann ferner eine jede Kugel auf einer wagrechten Ebene völlig ruhig liegen, ſie mag eine Lage haben welche man will, weil jedesmal die Vertikallinie durch den Schwerpunkt den Ort trifft, wo ſie die Ebene trifft. Sobald aber die Ebene nur im geringſten von der horizontalen Lage abweicht, ſo kann die Kugel auch nicht mehr ruhig liegen bleiben, weil alsdenn der Ort, welchen die Vertikallinie durch den Schwer-punkt trifft, nicht mehr unterſtützt iſt.

§. 140.

Sollte der unterſtützte Punkt oberhalb des Schwerpunktes in a (Fig. 32.) ſeyn, ſo kann der Körper nicht eher in Ruhe kommen, bis dieſer un-terſtützte Punkt mit der vertikalen Linie a b, welche durch den Schwerpunkt c geht, in gerader Linie iſt. Weicht der Körper von dieſer Vertikallinie nur im geringſten ab, ſo wird auch der Körper in Bewe-gung kommen, und ſich von ſelbſt bemühen, die ver-tikale Lage wieder anzunehmen. Hieraus folgt alſo, daß der Schwerpunkt eines Körpers beſtändig herab-ſinket, und zwar ſo tief als er nur kann. Er nimmt

demnach unter allen möglichen Stellen die niedrigſte ein, ohne vorher zu ſteigen. Auf dieſen Gründen beruhet es, wie der Schwerpunkt eines Körpers mechaniſch gefunden werden könne.

§. 141.

Auf die Lehre von dem Schwerpunkte der Körper gründen ſich ſehr viele Erſcheinungen und Verſuche. Dahin gehören

1. Die Erſcheinung, daß ein Wagen mit Steinen oder Eiſen beladen an einem abhängigen Orte noch ſicher fahren kann, da an eben dem Orte ein Wagen mit Heu oder Getraidegarben beladen ſo leicht umfällt.
2. Der Mechanismus des Stehens, Gehens, Aufſtehens und der mannichfaltigen Bewegungen und Beugungen der Menſchen und Thiere.

   M. ſ. *Pet. Borelli* tract. de motu animalium. Haye 1743. 4.
3. Die Erſcheinung eines Cylinders, welcher auf einer ſchiefen Ebene hinauf ſich zu wälzen ſcheinet.

   M. ſ. A. G. Käſtners Unterſuchung des Cylinders, der ſich eine ſchiefe Ebene hinauf zu wälzen ſcheinet. im 1. B. der deutſch. Schriften der königl. Societät der Wiſſenſch. zu Göttingen. S. 113.
4. Die Erſcheinung eines doppelten Kegels, welcher über zwey ſchiefen Flächen hinaufwärts zu rollen ſcheinet.

   M. ſ. *Geo. Wolfg. Kraft* explicatio experimenti paradoxi de adſcenſu coni duplicis in altum ſpontaneo; in den comment. petropol. T. VI. S. 389.
5. Die Erſcheinung des chineſiſchen Purzelmanns, welcher rücklings über den Kopf eine Treppe heruntergehet.

   M. ſ. *Muſchenbroek* introduct. ad philoſ. nat. §. 508.
6. Die Stellung einiger Gebäude, welche zu fallen ſcheinen und doch ſicher ſtehen, wie z. B. die Thürme zu Piſa und Bologna.
7. Die Künſte der Balançeurs.

8. Die Erſcheinungen anderer Spielwerke, als der Seiltänzer, das Männchen mit der Säge, das Männchen von Kork unten mit Bley, welches von ſelbſt wieder aufſtehet u. d. g.

M. ſ. Gehlers phyſikaliſches Wörterbuch, Theil III. S. 933. Schwenters mathematiſche Erquickungsſtunden. B. I. Th. 9. Aufg. 5. 6. 7.

§. 142.

Eigentlich giebt es gar keinen mathematiſchen Hebel, ſondern ein jeder iſt phyſiſch d. h. die gerade unbiegſame Linie iſt ſelbſt ſchwer. Es kann aber ein jeder phyſiſcher Hebel ſehr leicht auf einen mathematiſchen zurückgebracht werden. Es ſey nemlich ab (Fig 33.) ein ſchwerer Hebel, deſſen Gewicht $=$ r, der Mittelpunkt der Schwere d, der Ruhepunkt c, und die beyden Gewichte q und p, ſo läßt ſich nun dieſer Hebel als einen mathematiſchen betrachten, an welchem die drey Gewichte p, r und q hingen. Ein Theil von q wird nun ſchon mit dem Gewichte des Hebels r im Gleichgewichte ſeyn, der andere Theil aber mit p; den erſten Theil ſetze man x und den andern y, ſo hat man $r : x = cb : cd$ und $p : y = cb : ac$, folglich $x = \frac{r.cd}{cb}$ und $y = \frac{p.ac}{cb}$,

daher $x + y = q = \frac{r.cd + p.ac}{cb}$; ſo groß muß

alſo q ſeyn, wenn es mit p am phyſiſchen Hebel das Gleichgewicht halten ſoll.

Anmerk. Im gemeinen Leben wird die Lehre vom Hebel auf vielfache Weiſe ausgeübet. So ſind die gemeinen Hebebäume, der Geißfuß der Maurer, die Wurfſchaufeln, die Ruder, Scheeren, Meſſer, Zangen, Hammer, Bohrer u. d. g. lauter Hebel, welche natürlich nach ihrer verſchiedenen Beſtimmung auch verſchiedene Wirkungen

hervorbringen, aber ſich doch immer nach dem allgemeinen Geſetze des Hebels richten.

§. 143.

Auch gründet ſich auf die Lehre vom Hebel das genugſam bekannte Werkzeug die Wage. Man bedient ſich nemlich derſelben, um das Gewicht eines ſchweren Körpers vermittelſt eines Gegengewichtes zu beſtimmen. Muß das Gegengewicht allemal ſo ſchwer, als der abzuwägende Körper ſeyn, ſo heißt ſie eine gemeine oder Kramerwage; wenn aber mit einerley Gegengewicht die Schwere eines jeden Körpers beſtimmet werden kann, ſo heißt ſie die Schnellwage (ſtatera). Zur gemeinen Wage gebrauchet man einen gleicharmigen Hebel a b (Fig. 34.), welcher der Wagebalken genennet wird. In der Mitte dieſes Balkens in der geraden Linie c d, welche auf a b ſenkrecht iſt, werden die Zapfen angebracht, welche ſich nach unten in Form eines Keils endigen, und in der ſogenannten Scheere liegen, welche alſo die Unterlage des Wagebalkens abgiebt, ſo daß ſich dieſer um die Schärfe der Zapfen frey herumdrehen kann. An beyden Enden des Wagebalkens a und b werden die Schaalen an ihren Ketten oder Schnüren aufgehängt, welche für ſich gleich ſchwer ſeyn müſſen, wenn der Schwerpunkt des Balkens in der Mitte liegen ſoll. Liegt nun der Schwerpunkt etwas niedriger als die Zapfen, ſo wird die ganze Wage nicht allein für ſich, ſondern auch, wenn gleiche Gewichte in die Schaalen geleget werden, ruhig erhalten, wenn der Balken horizontal liegt. Um nun dieſe horizontale Lage anzuzeigen, wird in der Vertikallinie c d ein Stift e d aufgeſetzt, welcher die Zunge der Wage heißt. In Anſehung der Schnellwage iſt die ganze Einrichtung eben ſo wie bey der gemeinen, nur ſucht man den langen Arm ſo zu verfertigen, daß er für ſich

mit dem kurzen Arm im Gleichgewicht iſt. Man gebraucht alsdenn am kürzern Arm blos eine Schaale mit ihren Schnüren, am langen aber muß das Gegengewicht verſchoben werden. Uebrigens werden die Eintheilungen am langen Arm am ſicherſten durch Verſuche gefunden.

§. 144.

Der ebene Winkel b a c (Fig. 35.), deſſen Schenkel a b und a c unbiegſam ohne Schwere, in dem Scheitel a aber alſo befeſtiget ſind, daß wenn der eine Schenkel um a gedrehet wird, der andere zugleich mit in Bewegung kommt, heiſt ein Winkelhebel oder gebrochener Hebel, die beyden Schenkel a b und a c, an deren Ende zwey Kräfte, welche denſelben auf entgegengeſetzte Art zu drehen ſtreben, ſo angebracht werden, daß ſie einander das Gleichgewicht halten können, heißen die Arme des Winkelhebels. Auch bey dieſem Hebel findet der Satz in Rückſicht des Gleichgewichtes ſtatt. Die beyden Kräfte verhalten ſich zu einander umgekehrt, wie ihre Entfernungen vom Ruhepunkte.

§. 145.

Eine kreisrunde Scheibe, welche man ſich ohne alle Schwere gedenket, und welche ſich in ihrem Mittelpunkte um eine Axe frey herumdrehen, ſonſt aber nicht ausweichen kann, heißt eine Rolle (trochlea). Soll mittelſt dieſer Rolle eine Laſt durch eine angebrachte Kraft fortgezogen werden, ſo muß am äuſſern Umfange derſelben ein Einſchnitt befindlich ſeyn, worin man eine biegſame Schnur legen kann, an deren einem Ende die angebrachte Kraft die an dem andern Ende derſelben angebrachte Laſt fortzuziehen im Stande iſt. Die Axe ſelbſt, um welche ſich die Scheibe drehet, und daher in einer Hülſe, oder der

ſogenannten Flaſche, dem Kloben befeſtiget ſeyn muß, heißt der Polzen. Der Kloben wird entweder vermittelſt eines Hakens oder ſonſt etwas an einem gewiſſen Ort befeſtiget, an welchem die Rolle bey der Umdrehung beſtändig verbleiben muß, oder es hängt die Laſt an der Flaſche ſelbſt, und wird zugleich mit der Rolle fortbeweget, da alsdenn im erſten Falle die Rolle eine unbewegliche, und im zweyten eine bewegliche genennet wird.

§. 146.

Zwey gleiche Gewichte, welche an beyden Enden einer biegſamen Schnur, die über eine unbewegliche Rolle geleget iſt, befeſtiget ſind, und nach ihren urſprünglichen Richtungen in der Ebene der Rolle ziehen, folglich ſelbige auf entgegengeſetzte Art zu drehen ſtreben, erhalten einander das Gleichgewicht. Weil nemlich die Faden ap und bq die Rolle in den Punkten a und b berühren, ſo iſt es eben ſo viel, als wären die Gewichte unmittelbar in den Punkten a und b angebracht, und als wenn ſelbige an dem geradlinichten Hebel ab nach ihren urſprünglichen Richtungen zögen, in deren Mitte der Ruhepunkt ſich befände. Wenn im Gegentheil bey einer beweglichen Rolle Kraft und Laſt in paralleler Richtung ziehen, ſo erhält die Kraft p (Fig. 37.) $= \frac{1}{2}$ q die Laſt q $=$ 2 p im Gleichgewichte. Iſt nemlich der Faden, welcher um die Rolle geleget worden in d befeſtiget, und die Kraft p ziehet an dem andern Ende in der lothrechten Richtung be aufwärts, ſo iſt es eben ſo viel, als wenn in a ein Widerſtand angebracht wäre, in c die Laſt q ſich befände und die Kraft p nach der vertikalen Richtung be in die Höhe zöge. Es muß demnach fürs Gleichgewicht p : q $=$ ca : ba, folglich p $= \frac{1}{2}$ q ſeyn, weil ab $=$ 2ca iſt (§. 131.)

§. 147.

Wenn zwey oder mehrere Rollen mittelſt zweyer Flaſchen ſo zuſammengeordnet ſind, daß der oberſte Kloben zwey Haken a und b (Fig. 38.) beſitzet, wovon der eine a an einer Unterſtützung genugſam befeſtiget, der andere aber bey b ein angebundenes Seil erhält, welches wechſelsweiſe um eine untere und obere Rolle geführet iſt, bis es zuletzt von c nach d herabhängt, ſo heißt eine ſolche Zuſammenordnung mehrerer oberer und unterer Rollen ein Flaſchenzug (polyſpaſtum). Unten bey f wird alsdenn vermittelſt eines Hakens die Laſt angehängt, welche mittelſt der in d angebrachten Kraft in die Höhe gezogen werden kann. Uebrigens läßt ſich hier ohne merklichen Fehler annehmen, daß alle Stricke, wenn ſie durch die Laſt q geſpannt werden, unter ſich parallel ſind.

§. 148.

Die nach der Richtung cd angebrachte Kraft p erhält mit der Laſt q am Flaſchenzuge das Gleichgewicht, wenn die Kraft p in der Laſt q ſo vielmal enthalten iſt, als die Einheit in der Anzahl der Seile, welche an den untern Rollen befindlich, enthalten iſt. Sind nemlich die Seile parallel, ſo müſſen ſie gleich ſtark von der Laſt q geſpannt ſeyn, wenn die Kraft p mit der Laſt q das Gleichgewicht hält. Demnach muß ein jedes Seil einen eben ſo großen Theil von der Laſt q tragen, als jedes aller übrigen. Hieraus erhellet, daß dieſer Theil der Laſt q gefunden werde, wenn man die Laſt durch die Zahl der Seile der untern Rollen dividiret, und dieſer Theil wird von der Kraft p im Gleichgewichte erhalten.

Anmerk. Die weitere Ausführung der Lehren vom Hebel, von Rollen, auch von dem ſogenannten Rad an der Axe, wobey alles das anwendbar iſt,

was vom Hebel gilt, und den dahin gehörigen Winden, Haspeln und Kurbeln gehöret eigentlich mehr in die angewandte Mathematik, als hieher, und kann folglich auch hier nicht weiter erörtert werden.

Dritter Abſchnitt.

Von dem freyen Falle der Körper.

---

§. 149.

Weil die Schwere eines Körpers in einem Beſtreben beſtehet, ſich nach der größern Gravitation hinzubewegen, und dieſes ſtetig und in jedem Augenblicke ſich äuſſert, ſo muß auch die Bewegung, welche der Körper durch die Schwere erlangt, eine gleichförmig beſchleunigte Bewegung ſeyn. Es laſſen ſich alſo bey dem freyen Falle eines Körpers alle diejenigen Sätze anwenden, welche bereits oben §. 25. f. aus der gleichförmig beſchleunigten Bewegung ſind gefolgert worden. Dieſe Anwendung giebt alſo folgende Beſtimmungen:

1. Die Räume, welche ein Körper vom Anfange ſeines freyen Falles zurückeleget, verhalten ſich wie die Quadrate der Zeiten, oder wie die Quadrate der am Ende der Zeiten erhaltene Geſchwindigkeiten (§. 26.).
2. Die Räume, welche ein Körper bey dem freyen Falle in gleichen auf einander folgenden Zeittheilchen durchläuft, verhalten ſich wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 u. ſ. (§. 26.).
3. Die Geſchwindigkeiten, welche ein Körper am Ende der Zeiten durch den freyen Fall erlangt hat, verhalten ſich wie die Quadratwürzeln der Räume (§. 26.).
4. Ein Körper muß durch den freyen Fall nach Verlauf einer beſtimmten Zeit eine Geſchwindigkeit erhalten haben,

ben, womit er in der darauf folgenden eben ſo großen Zeit einen doppelt ſo großen Weg zurücklegen würde, als er durch den Fall zurückgeleget hat, wenn die Schwere auf ihn zu wirken aufhörete. Man nennt auch die dadurch erlangte Geſchwindigkeit die zur Fallhöhe gehörige Geſchwindigkeit. (§. 25.).

Man ſetze die Räume, welche ein Körper binnen den Zeiten T und t bey dem freyen Fall durchlaufen hat, S, ſ, und die nach dieſen Zeiten erlangten Geſchwindigkeiten C, c, ſo hat man

nach 1; $S : ſ = T^2 : t^2 = C^2 : c^2$ folglich
nach 3, $C : c = \sqrt{S} : \sqrt{ſ}$.

§. 150.

Da der Raum, welchen ein frey fallender Körper vermöge ſeiner Schwere in einer gewiſſen Zeit durchläuft, eine lothrechte Höhe iſt, welche gehörig verlängert durch den Mittelpunkt der Erde gehet, ſo wird man ſehr leicht ermeſſen können, wie tief er in einer jeden Zeitſekunde von einer gewiſſen Höhe herabfalle. Hat er ſich nemlich in der erſten Zeitſekunde bis zu einer beſtimmten Tiefe der Erde genähert, ſo wird er vermöge des erſten Satzes des vorigen §. in der zweyten Zeitſekunde viermal, in der dritten Zeitſekunde neunmal, in der vierten Zeitſekunde ſechszehnmal u. ſ. f. tiefer herabgefallen ſeyn.

§. 151.

Wollte man hierüber Verſuche anſtellen, ſo müßte man die ſchweren Körper in einem völlig leeren Raume herabfallen laſſen, um wahrzunehmen, ob der Erfolg in der Natur mit den bisherigen Sätzen völlig übereinſtimmte. In der Luft fallen die Körper nicht ganz frey, indem der Widerſtand der Luft die Bewegung der fallenden Körper in etwas verzögert, und zwar um deſto mehr, je größer der Widerſtand in Vergleichung mit dem Gewicht des fallenden Körpers iſt.

So

So wird z. B. eine Feder ſich lange nicht ſo bald, als ein Stein oder ein Stück Bley gegen die Erde von einerley Höhe bewegen. Je kleiner die Fläche des herabfallenden Körpers und je ſpecifiſch ſchwerer derſelbe iſt, deſto weniger Widerſtand wird die Luft bewirken können. Man muß alſo bey Verſuchen in freyer Luft zufrieden ſeyn, wenn der Erfolg mit den bisherigen Sätzen nur einigermaßen übereinſtimmet. Galiläus (dialog. 3. de motu) hat die Geſetze des freyen Falles der Körper zuerſt entdecket, und verſchiedene Verſuche darüber angeſtellet, welche weiter unten vorkommen. Johann Paptiſta Ricciolus (Almgeſt. nov. lib. 2. cap. 21. propoſ. 4. p. 89 et 90.) machte Kugeln von Kreide, welche 8 Unzen ſchwer waren, und ließ ſie mit ſeinem Gehülfen Grimaldo von hohen Thürmen herabfallen, und erhielt folgende Reſultate:

In der Zeit von	50 Tertien	Die Höhe des Falles 10 Römiſche Fuß
1 Sek. —	40 —	40 — —
2 —	30 —	90 — —
3 —	20 —	160 — —
4 —	10 —	250 — —

Ein andermal fand er

in der Zeit von	Die Höhe des Falles
1 Sekunde	15 Fuß
2 ——	60 —
3 ——	135 —
4 ——	240 —

Dieſe Verſuche, ob ſie gleich in freyer Luft angeſtellt waren, ſtimmen mit den bewieſenen Sätzen ſo überein, daß man einiges Mißtrauen darin ſetzen kann, indem ſie blos im luftleeren Raume eine völlige Zuverläſſigkeit gewähren können. Noch mehrere beſchriebene Verſuche findet man in Wolfs nützlichen Verſuchen II. Theil. S. 9. ff.

Huygen

Huygen (horologium oſcillator. Paris 1673. Fol. Pa. IV. pr. 26.) hat mittelbarer Weiſe durchs Pendel in der zur Einheit angenommenen Zeitſekunde die Fallhöhe auf 15,094662 Pariſer Fuß d. i. 15,625 Rheinländ. Fuß beſtimmt. Hieraus folgt alſo, daß die Geſchwindigkeit, welche ein frey fallender Körper nach der erſten Zeitſekunde erhalten hat, = 2. 15,625 = 31,25 Rheinl. Fuß ſeyn müſſe.

§. 152.

Aus den im §. 149. allgemeinen angegebenen Sätzen des freyen Falles ſchwerer Körper verbunden mit dem Erfahrungsgeſetze des vorigen §. kann leicht gefunden werden

1. wie groß die Höhe iſt, welche ein Körper in einer gegebenen Zeit frey herabgefallen iſt,
2. wie groß der Raum iſt, welchen ein frey herabfallender Körper in jeder Zeitſekunde zurückeleget;
3. wie groß die Geſchwindigkeit des Körpers iſt, wenn man die Höhe des Falles weiß.
4. wieviel Zeit der Körper gebraucht habe, wenn die Höhe des Falles bekannt iſt, und
5. von welcher Höhe der Körper herabfallen müſſe, wenn er eine Geſchwindigkeit von gegebener Größe erhalten ſoll.

Für den erſten Fall weiß man, daß die Höhe gleich ſey dem Produkte aus dem Quadrate der Zeit in die Fallhöhe der erſten Sekunde oder in 15,625 Fuß. Wäre z. B. die Zeit des Falles 5 Sekunden geweſen, ſo würde die Höhe $= 5^2 . 15,625 = 390,625$ Fuß. Der zweytr Fall folgt ſehr leicht aus dem §. 149. n 2. Will man z. B. wiſſen, wie groß der Weg ſey, welchen ein Körper in der dritten Zeitſekunde beym freyen Falle durchlaufen iſt, ſo weiß man, daß der Weg in der dritten Sekunde fünfmal größer als in der erſten Sekunde, daß er folglich $5 . 15,625 = 78,125$ Fuß iſt. In Anſehung des dritten Falles

weiß

weiß man, daß ſich die Geſchwindigkeiten wie die Quadratwurzeln aus den Fallhöhen verhalten; da nun die Geſchwindigkeit nach der erſten Zeitſekunde $= 2 . 15,625$ iſt, ſo ſetze man die zu ſuchende Geſchwindigkeit $= c$, und die gegebene Fallhöhe $= a$, ſo hat man $\sqrt{15,625} : \sqrt{a} = 2 . 15,625 : C$ folglich $C = \frac{2 . 15,625 \sqrt{a}}{\sqrt{15,652}} = 2 . \sqrt{(15,625 . a)}$. Daraus ergiebt ſich folgende kurze Regel. Man multiplicire die gegebene Fallhöhe mit der Zahl 15,625, ziehe aus dieſem Produkte die Quadratwurzel, und nehme dieſe zweymal, dieſes gedoppelte wird die zur Fallhöhe gehörige Geſchwindigkeit ſeyn. Wäre z. B. die gegebene Fallhöhe 1000 Rheinl. Fuß, ſo würde die Geſchwindigkeit $= 2\sqrt{(15,625 . 1000)} = 2\sqrt{(15625)} = 2 . 125 = 250$ Rheinl. Fuß ſeyn. Für den vierten Fall iſt bekannt, daß ſich die Höhen wie die Quadrate der Zeiten verhalten; es ſey alſo die bekannte Fallhöhe $= a$, und die dazu gebrauchte zu ſuchende Zeit t, ſo hat man $15,625 : a = 1 : t^2$, alſo $t^2 = \frac{a}{15,625}$ und $t = \sqrt{\frac{a}{15,625}}$, daraus ergiebt ſich dieſe Regel: Man dividire die gegebene Fallhöhe durch die Zahl 15,625, und ziehe aus dieſem Quotienten die Quadratwurzel, dieſe wird die geſuchte Zeit ſeyn. Wäre z. B. die Fallhöhe $= 140,625$ ſo hat man $t = \sqrt{\frac{140,625}{15,625}} = \sqrt{9} = 3$ Sekunden. Für den fünften Fall weiß man endlich, daß ſich die Fallhöhen, wie die Quadrate der Geſchwindigkeiten verhalten; nimmt man alſo die gegebene Geſchwindigkeit $= c$, die zu ſuchende Höhe $= a$, ſo iſt $(2 . 15,625)^2 : c^2 = 15,625 : a$ oder $4 . 15,625 : c^2 = 1 : a$, folglich $a = \frac{c^2}{4 . 15,625}$, daraus erhält man folgende Regel, man nehme das Quadrat von der gegebenen Geſchwindig-

digkeit, und dividire ſelbiges durch die vierfache Höhe des freyen Falles in der erſten Zeitſekunde. Wäre z. B. die gegebene Geſchwindigkeit, die er erhalten hätte, 93,75 Fuß, ſo iſt die dazu gehörige Höhe $a = \frac{(93,75)^2}{4 \cdot 15,625} = 140,625$ Fuß.

§. 153.

Wenn die während des freyen Falles verfloſſene Zeit gegeben wäre, ſo ließe ſich auch die zur Fallhöhe gehörige Geſchwindigkeit dadurch finden, daß man die in einer Sekunde mitgetheilte Geſchwindigkeit 31,25 (§. 151.) mit der Anzahl der verfloſſenen Sekunden multipliciret, das Produkt iſt die zur Fallhöhe gehörige Geſchwindigkeit. Wäre nemlich die Zeit, welche der frey herabfallende Körper zur Höhe gebrauchet hat, $= t$, und die zu ſuchende Geſchwindigkeit $= c$, ſo hat man $1 : t = 31,25 : c$, folglich $c = 31,25 \cdot t$ Geſetzt der Körper fiel 3 Sekunden, ſo wird $c = 3 \cdot 31,25 = 93,75$ Fuß.

§. 154.

Weil die Größe der Bewegung lediglich von der Maſſe und der Geſchwindigkeit abhängt (§. 56.), dieſe aber, folglich auch jene, bey einem frey fallenden Körper in jedem Augenblicke und zwar in gleichem Verhältniſſe zunimmt, ſo muß offenbar auch die Gewalt oder die Größe des Widerſtandes frey fallender Körper in jedem Augenblicke größer werden, weil die Gewalt der bewegten Körper allein aus der Maſſe und der Geſchwindigkeit ermeſſen werden kann. Demnach verhält ſich die Gewalt bey gleichen Maſſen wie die Quadratwurzeln der Höhen, oder wie die Geſchwindigkeit, die ſie nach dem Fall erhalten haben. So wird ein Körper, welcher viermal höher herabfällt als ein anderer von gleicher Maſſe, doppelt ſo

 viel

viel Gewalt, als der andere, und welcher neunmal ſo hoch fällt, dreymal ſo viel Gewalt als der andere haben. Fiel z. B. ein Körper von der Höhe 15,625 Fuß, und der andere von gleicher Maſſe 62,5 Fuß, ſo verhielten ſich ihre Höhen $= 15,625 : 62,5 = 1 : 4$, und die zuletzt erhaltenen Geſchwindigkeiten $= \sqrt{15,625} : \sqrt{62,5} = \sqrt{15625} : \sqrt{62500} = 125 : 250 = 1 : 2$ folglich wie $\sqrt{1} : \sqrt{4}$ oder wie die Quadratwurzeln der Höhen. Demnach wird ſich auch die Gewalt der Körper von gleichen Maſſen wie die Quadratwurzeln der Höhen verhalten.

§. 155.

Wenn zwey Körper, welche von verſchiedenen Höhen frey herabfallen, verſchiedene Maſſen haben, ſo wird ihre Gewalt gleich ſeyn, wenn ſich die Quadratwurzeln der Höhen umgekehrt wie ihre Maſſen verhalten.

§. 156.

Wenn ein Körper durch irgend eine Kraft angetrieben wird, in lothrechter Richtung in die Höhe zu ſteigen, ſo wird dieſer ſteigenden Bewegung die Schwere in einem jeden Augenblicke und ſtetig entgegen wirken, folglich wird auch die Bewegung, welche der Körper in der lothrechten Richtung durch die Kraft erhalten hat, in einem jedem Augenblicke vermindert. Eine ſolche ſteigende Bewegung muß demnach eine gleichförmig verzögerte Bewegung ſeyn. Hieraus läßt ſich ſchon einſehen, daß diejenigen Geſetze, welche bey dem freyen Falle der Körper ſtatt finden, auch in umgekehrter Ordnung bey den lothrecht in die Höhe ſteigenden Körpern gelten müſſen. Geſetzt es ſey ein Körper durch irgend eine Kraft in der lothrechten Höhe ga (Fig. 4.) mit einer Geſchwindigkeit aufzuſteigen angetrieben, welche er während der Zeit, da er von der Höhe ag frey herabgefallen iſt, erhalten hat, ſo

wird

wird er zu der ſteigenden Bewegung eben dieſelbe Zeit gebrauchen, um bis zur Höhe a zu kommen, als er nöthig hatte, von a bis g frey herabzufallen. Hätte nemlich der Körper die Höhe ag durch den freyen Fall in 4 Sekunden vollendet, ſo würde er die Geſchwindigkeit 4. 31,25 = 125 Fuß erlangt haben. Stieg nun umgekehrt ein Körper von g nach a mit der Geſchwindigkeit von 125 Fuß auf, ſo verurſachet die Schwere, daß ihm während der erſten Sekunde ſo viel Geſchwindigkeit entzogen wird, als demſelben in dieſer Sekunde durch die Beſchleunigung zugeſetzet wird, folglich bleibt nach der erſten Sekunde ſeine Geſchwindigkeit noch 125 — 31,25 = 93,75 Fuß, mit welcher er in der zweyten Zeitſekunde in die Höhe ſteigen würde, wenn die Schwere auf ihn zu wirken aufhörte; da ihn aber dieſe ebenfalls wieder 31,25 Fuß von ſeiner Geſchwindigkeit entziehet, ſo wird er nach der zweyten Zeitſekunde nur noch die Geſchwindigkeit 93,75 — 31,25 = 72,5 beſitzen. Auf eben dieſe Weiſe findet man nach der dritten Zeitſekunde die übriggebliebene Geſchwindigkeit = 31,25 und nach der vierten Zeitſekunde = 0, wo er alſo in beharrlichen Zuſtand, d. i. in Ruhe verſetzet wird; wegen ununterbrochener fortwirkender Schwere aber fällt er von eben der Höhe wieder frey herab.

§. 157.

Hieraus iſt es nun begreiflich, wie man durch Rechnung finden könne, wie hoch ein ſchwerer Körper in einem leeren Raume ſteigen, und wie viele Zeit während des Steigens verfließen müſſe, wenn diejenige Geſchwindigkeit bekannt iſt, womit er lothrecht in die Höhe zu ſteigen anfängt. Aus dieſer Geſchwindigkeit wird man nemlich finden können, wie tief ein Körper durch den Fall herabfallen müſſe, wenn er eben die Geſchwindigkeit erhalten ſollte, und wie viele Zeit

während dieſes freyen Fallens verfließen müßte; und eben dieſe Höhe wird auch der lothrecht ſteigende Körper erreichen, und die nemliche Zeit dazu gebrauchen. Fienge der lothrecht ſteigende Körper ſeine Bewegung mit der Geſchwindigkeit 93,75 Fuß an, ſo braucht man nur dieſe Zahl durch 31,25 zu dividiren, der Quotiente wird die Zeit ſeyn, welche während der ganzen ſteigenden Bewegung verfließet; ſie iſt alſo $\frac{93,75}{31,25} = 3$ Sekunden. Denn der in 3 Sekunden frey fallende Körper erlangt die Geſchwindigkeit $31,25 \cdot 3 = 93,75$. Ferner fällt der Körper in 3 Sekunden neunmal tiefer als in der erſten, folglich würde die Höhe $9 \cdot 15,625 = 140,625$ Fuß ſeyn; aber eben ſo hoch wird auch der ſteigende Körper ſich bewegen, wenn die Bewegung ſich mit der Geſchwindigkeit 93,75 anfängt.

Vierter Abſchnitt.

Vom Falle der Körper auf einer ſchiefen Ebene.

---

§. 158.

Wenn ein ſchwerer Körper auf einer horizontalen Ebene ruhend erhalten wird, ſo trägt ſelbige das ganze Gewicht des Körpers, und es iſt eben ſo gut, als wenn er völlig ſeiner Schwere beraubt wäre. Sobald aber die Ebene e h (Fig. 39.), worauf der Körper q ſich befindet, gegen die horizontale Ebene g h unter einem Winkel e f g geneigt iſt, ſo wird zwar der Körper q die ſchiefe Ebene noch drucken; allein dieſe

kann

kann dem Druck des ganzen Körpers nicht widerſtehen. Es ſey nemlich a der Schwerpunkt des Körpers q, ſo druckt er mit der urſprünglichen Richtung nach der Vertikallinie ab, welche die ſchiefe Ebene eh in i, und die horizontale gh in b trift. Ferner ziehe man ac auf die ſchiefe Ebene eh ſenkrecht, ſo iſt die Ebene des Winkels cab auf beyden Ebenen eh und gh ſenkrecht, und ſchneidet ſelbige in den geraden Linien ef und gf, und iſt folglich die Ebene des Neigungswinkels der ſchiefen Ebene eh gegen den Horizont gh, und der Winkel cab = ifb. Aus dem Punkte a ziehe man ad mit ef, und aus d die Linie db mit ac parallel, ſo zerlegt ſich die drückende Kraft des Körpers in zwey Seitenkräfte nach den Richtungen ac und ad; der erſtern Kraft widerſteht die ſchiefe Ebene völlig, aber der andern ſteht nichts im Wege, alſo muß der Körper längſt der Ebene herabſinken. Dieſe Kraft nun, womit der Körper herabſinken wird, nennt man das relative oder reſpektive Gewicht des Körpers, welches von ſeinem abſoluten Gewicht, deſſen Richtung vertikal iſt, unterſchieden wird.

§. 159.

Je kleiner der Neigungswinkel efg der ſchiefen Ebene gegen den Horizont gh iſt, deſto mehr widerſteht die Ebene dem Drucke des Körpers, mit deſto geringerer Gewalt ſinkt der Körper längſt der ſchiefen Ebene herab; denn alsdann nähert ſich die Vertikallinie ab der auf der Ebene ſenkrechten Linie ac deſto mehr. Je größer aber der Neigungswinkel efg wird, mit deſto größerer Gewalt wird alsdenn der Körper von der ſchiefen Ebene herabſinken: denn alsdenn wird ad deſto größer.

§. 160.

Weil die ſchiefe Ebene eh dem ſenkrechten Druck ac völlig widerſtehet, und das reſpektive Gewicht

nach der Richtung ad allein verurſachet, daß der Körper längſt der ſchiefen Ebene herabſinkt, ſo braucht es nur eine Kraft in der Richtung am, welche der Richtung ad gerade entgegengeſetzet, und dem relativen Gewicht des Körpers gleich iſt, um mit dem Körper q auf der ſchiefen Ebene das Gleichgewicht zu erhalten. Das Dreyeck acb iſt dem Dreyeck egf ähnlich, und man hat nach geometriſchen Gründen ad : ab = eg : ef; nun iſt aber das relative Gewicht zu dem abſoluten = ad : ab, folglich auch wie eg : ef. Im Falle des Gleichgewichtes muß ſich alſo die erhaltende Kraft p zur Laſt verhalten, wie die Höhe der ſchiefen Ebene zu ihrer Länge.

§. 161.

Wäre dem relativen Gewichte des Körpers nach der Richtung ad keine Kraft entgegengeſetzet, ſo wird der Körper längſt der ſchiefen Ebene mit gleichförmig beſchleunigter Bewegung herabſinken, weil dies relative Gewicht auf den Körper nach ähnlichen Geſetzen wirkt, als das abſolute Gewicht beym lothrechten Falle auf ſelbigen wirken würde. Wenn die Höhe der Ebene in der Länge ef dreymal enthalten wäre, ſo würde auch das relative Gewicht des auf der ſchiefen Ebene liegenden Körpers nur den dritten Theil von ſeinem abſoluten Gewichte betragen, und mit dieſem relativen Gewichte wird der Körper eben ſo beſchleuniget, wie das abſolute Gewichte denſelben beym freyen Falle beſchleuniget. Daher müſſen auch die längſt der ſchiefen Ebene zurückgelegten Wege ſich wie die Quadratzahlen der verfloſſenen Zeiten verhalten. Die beſchleunigende Kraft der Schwere aber iſt dabey vermindert, und ſie verhält ſich zur unverminderten Kraft der Schwere wie die Höhe der ſchiefen Ebene zu ihrer Länge. Man ſetze die Höhe der ſchiefen Ebene = α, die Länge = λ, die beſchleunigende

gende Kraft der relativen Schwere $= \gamma$, die der abſoluten $=$ f, und die Maſſe des Körpers $=$ M, ſo hat man $f : \gamma = \lambda : \alpha$, folglich $\gamma = \frac{f.\alpha}{\lambda}$. Nun iſt ferner die bewegende Kraft längſt der ſchiefen Ebene γ. M und die des abſoluten Gewichtes $=$ f. M; weil nun $\gamma < f$, ſo muß auch $\gamma \cdot M < f.M$, folglich auch das relative Gewicht kleiner als das abſolute ſeyn.

§. 162.

Da nun beym Herabfallen des ſchweren Körpers von der ſchiefen Ebene die beſchleunigende Kraft vermindert wird, ſo muß auch nothwendig der Weg, welchen der Körper auf der ſchiefen Ebene in einer als Eins angenommenen Zeit zurückgeleget hat, kleiner ſeyn, als die Höhe des lothrechten Falls in eben der Zeit. Der Weg, welchen ein Körper in einer gewiſſen Zeit längſt der ſchiefen Ebene zurückgeleget hat, wird ſich zur lothrechten Höhe des freyen Falles in eben der Zeit verhalten, wie die Höhe der ſchiefen Ebene zu ihrer Länge. Wenn demnach die ſchiefe Ebene gegen den Horizont unter einem kleinen Winkel geneigt iſt, ſo kann man die Zeiten des Falles auf der ſchiefen Ebene weit bequemer beobachten, als beym lothrechten freyen Falle, weil deſto mehr Zeit verfließt, je kleiner die Höhe der ſchiefen Ebene in Vergleichung mit der Länge ef iſt. Dieſes Verfahren bediente ſich eben Galiläus, um die von ihm entdeckten Geſetze des freyen Falles ſchwerer Körper auſſer Zweifel zu ſetzen. Seine Verſuche ergaben, daß ſich die Wege des ſchiefen Falles gerade wie die Quadratzahlen der Zeiten verhielten. Geſetzt, es wäre die Länge der Ebene ef 30 Fuß lang, und die Höhe eg $=$ 3 Fuß, ſo würde ſich die von der relativen Schwere herrührende beſchleunigende Kraft zur abſoluten verhalten $= 3 : 30 = 1 : 10$; daher

wird auch der auf der ſchiefen Ebene in der Zeitſekunde zurückgelegte Weg nur der zehnte Theil von der ſenkrechten Fallhöhe in der Sekunde ſeyn, folglich $= \frac{15,625}{10} = 1,5625$ Fuß. Weil ſich nun die Wege des ſchiefen Falles wie die Quadrate ihrer Zeiten verhalten, ſo hat man auch $1 : 30 = 1,5625 : t^2$, folglich $t = \sqrt{\frac{30}{1,5625}} = \sqrt{19,2} = 4,358$ Sekunden, und ſo viel Zeit wird verfließen, ehe der Körper den ganzen Weg auf der ſchiefen Ebene zurückgeleget hätte.

§. 163.

Wenn ein Körper von der ſchiefen Ebene a c (Fig. 40.) herabſinkt, ſo hat er in c eben die Geſchwindigkeit erlanget, welche er erlangen würde, wenn er in der lothrechten Linie a b durch den freyen Fall ſich herabbewegte. Wenn z. B. a c zehnmal länger als a b wäre, ſo würde die beſchleunigende Kraft der relativen Schwere $\frac{1}{10}$ von der lothrechten betragen, folglich würde der Körper in der erſten Sekunde den Weg von $\frac{15,625}{10} = 1,5625$ Fuß auf der ſchiefen Ebene zurückelegen, und die nach dieſer Zeit erlangte Geſchwindigkeit $= 2 . 1,5625 = 3,125$ Fuß ſeyn. Betrüge nun die Länge a c $= 25$ Fuß, ſo müßte auch die Zeit, um ſelbige zurückzulegen $= \sqrt{\frac{25}{1,5625}} = \sqrt{16} = 4$ Sekunden und die zu dieſer Fallhöhe gehörige Geſchwindigkeit $= 4 . 3,125 = 12,5$ Fuß ſeyn. Da nun a b $= \frac{1}{10}$ von a c, folglich $= \frac{25}{10} = 2,5$ iſt, ſo wird die Zeit, dieſe ſenkrechte Linie beym freyen Falle zu durchlaufen $= \sqrt{\frac{2,5}{15,625}} = \sqrt{0,16} = 0,4$ Sekunden. Während dieſer Zeit wächſt aber die

Ge-

Geſchwindigkeit beym freyen Falle auf 0,4. 31,25 = 12,5 Fuß, mithin eben ſo viel wie vorhin.

§. 164.

Wenn alſo ein Körper von verſchiedenen an einander gränzenden Ebenen ab, bc, cd (Fig. 41.) herabſinkt, ſo wird er in d eben die Geſchwindigkeit erhalten haben, die er erlangt hätte, wenn er frey von der ſenkrechten Höhe ag herabgefallen wäre. Denn wenn der Körper die erſte Ebene ab durchlaufen hat, ſo wird er in b die nemliche Geſchwindigkeit erlanget haben, als beym lothrechten Falle in e. Sinkt er nun ferner von der zweyten Ebene bc herab, ſo wird ſeine Geſchwindigkeit in c eben ſo groß ſeyn, als wenn er von der ſenkrechten Höhe bh = ef herabgefallen wäre. Kommt er endlich in d an, ſo iſt nun ſeine Geſchwindigkeit ſo groß, als er von dem lothrechten Falle ci = fg erhalten hatte. Demnach ſind die Geſchwindigkeiten, welche er durch den Fall auf den verſchiedenen Ebenen zuletzt erhalten hat, ſo groß, als die Geſchwindigkeiten, welche er durch den freyen Fall der ſenkrechten Höhen ae + ef + fg erlangt hätte.

§. 165.

Stellt man ſich die Ebenen ab, bc, cd u. ſ. als unendlich klein vor, ſo erhält man die Vorſtellung von einer ſchiefen krummen Fläche. Weil nun die Schlüſſe des vorigen §. bey allen, folglich auch bey unendlich kleinen ſchiefen Flächen d. h. bey einer ſchiefen krummen Fläche gelten, ſo begreift man leicht, daß ein Körper, welcher auf einer ſchiefen krummen Fläche herabſinkt, zuletzt eben die Geſchwindigkeit erhalten muß, die er erhalten haben würde, wenn er von der ſenkrechten Höhe dieſer Fläche frey herabgefallen wäre.

§. 166.

Wenn alſo verſchiedene Körper aus einerley Höhe von verſchiedenen Ebenen herabſinken, ſo erhalten ſie zuletzt alle eine gleiche Geſchwindigkeit. Sinkt nemlich ein Körper von der ſchiefen Ebene bc (Fig. 42.) und ein anderer von der ſchiefen Ebene bd herab, ſo werden die Körper in c und d gleiche Geſchwindigkeit erhalten haben. Denn es iſt die Geſchwindigkeit eben ſo groß, als ein jeder von den beyden Körpern erhalten haben würde, wenn er von der lothrechten Höhe ba herabgefallen wäre.

§. 167.

Will man den Weg beſtimmen, welchen ein Körper in eben derſelben Zeit, welche während des freyen ſenkrechten Falles verfließt, auf einer ſchiefen Ebene zurückeleget, ſo ziehe man aus der Spitze des Winkels a auf die ſchiefe Ebene bc die ſenkrechte Linie ae, ſo wird be auf der ſchiefen Ebene bc der Weg ſeyn, welcher in eben der Zeit zurückgeleget wird, in welcher der Körper die ſenkrechte Höhe ab frey zurückeleget. Denn es verhält ſich der Weg, welchen der Körper in einerley Zeit auf der ſchiefen Ebene zurückeleget, zur freyen vertikalen Fallhöhe, wie die Höhe der ſchiefen Ebene ba zu ihrer Länge bc. Weil nun das Dreyeck bae dem Dreyecke abc ähnlich iſt, ſo hat man eb : ba = ba : bc, folglich verhält ſich auch der zurückgelegte Weg auf der ſchiefen Ebene zur freyen vertikalen Fallhöhe = eb : ba. Wenn folglich drey Körper zu gleicher Zeit aus einerley Punkt b nach den Richtungen ba, bc und bd ſich zu bewegen anfangen, ſo werden ſie ſich zu einerley Zeit der erſte in a, der andere in e und der dritte in f befinden.

§. 168.

§. 168.

Man beſchreibe aus der Mitte g der ſenkrechten Höhe b a einen Kreis, ſo wird dieſer durch die Punkte f und e gehen, folglich werden die Wege b e, b f u. ſ. Sehnen von Kreisbögen ſeyn; folglich werden die Körper dieſe Sehnen in eben der Zeit durchlaufen, da er den vertikalen Durchmeſſer b a durchläuft. Ueberhaupt iſt es nun begreiflich, daß ein ſchwerer Körper, welcher ſich nach irgend einer Sehne in einem Halbkreiſe bewegt, dieſe Sehne in eben der Zeit durchläuft, in welcher er den ſenkrechten Durchmeſſer des Kreiſes beym freyen Falle zurückgeleget hätte.

§. 169.

Würde ein ſchwerer Körper durch irgend eine Kraft genöthiget, eine ſchiefe Ebene hinaufzuſteigen, ſo verwandelt ſich die gleichförmig beſchleunigte Bewegung in eine gleichförmig verzögerte, und der ſchwere Körper ſteigt auf der ſchiefen Ebene nach eben den Geſetzen hinauf, wie er in der lothrechten Linie in die Höhe ſteigt, wenn die abſolute Schwere die Bewegung deſſelben gleichförmig verzögert. Wäre demnach die Geſchwindigkeit gegeben, mit welcher ein Körper genöthiget iſt, die ſchiefe Ebene hinaufzuſteigen, und man will finden, wie hoch er ſteigen werde, ſo ſuche man nur den Weg, welchen er längſt der ſchiefen Ebene herabſinken muß, um die gegebene Geſchwindigkeit zu erlangen, eben dieſen Weg wird er mit ſteigender Bewegung zurücklegen müſſen.

Die vollſtändigen ſcharfen Beweiſe von allen dieſen Sätzen gehören eigentlich in die angewandte Mathematik. M. ſ. Karſtens Anfangsgründe der mathematiſchen Wiſſenſchaften, Theil II. S. 370 u. ſ. Meine Anfangsgründe der mechaniſchen Wiſſenſchaften, S. 224. ff.

Fünf-

Fünfter Abſchnitt.

Von den Geſetzen der Wurfbewegung.

---

§. 170.

Wenn ein Körper nach irgend einer Richtung, welche auf dem Horizont nicht ſenkrecht ſteht, im leeren Raume durch eine Kraft fortgeworfen wird, ſo würde er auch nach der Richtung des Wurfs in gleichen Zeittheilen gleiche Räume durchlaufen, folglich ſich gleichförmig fortbewegen, wenn die Kraft der Schwere keine Wirkung auf ihn ausübte. Wirkt aber zugleich die Schwere auf ihn, ſo muß er auch ſogleich von der Richtung, nach welcher er fortgeworfen wird, abgelenket werden, weil ihn nun zwey Kräfte antreiben, und zwar die eine nach der Richtung des Wurfs und die andere nach der gegen die Oberfläche der Erde ſenkrechten Richtung. Da folglich beyde Richtungen einen Winkel einſchließen, ſo iſt die Bewegung des Körpers eine zuſammengeſetzte, und muß daher nach der mittleren Richtung erfolgen. Nun wirkt die Schwere ſtetig und in jedem Augenblicke auf den in der Bewegung begriffenen Körper, und wird daher von ſelbiger in der gegen die Erde ſenkrechten Richtung gleichförmig beſchleuniget. Geſetzt alſo, der Körper hätte in einem kleinen Zeittheilchen ſeine Bewegung nach der geworfenen Richtung fortgeſetzt, ſo wird er auch von der Schwere nach dieſem Zeittheilchen ſo weit herabgeſunken ſeyn, als er ſenkrecht herabgefallen ſeyn würde. Wenn ferner im folgenden dem erſten gleichen Zeittheilchen der Körper ſeine Bewegung nach der geworfenen Richtung fortſetzte, ſo würde auch nach dieſem Zeittheilchen der Körper vermöge ſeiner Schwere viermal tiefer herabgeſunken ſeyn.

Dieſe

Dieſe Betrachtungen können nun leicht in jedem folgenden gleichen Zeittheilchen weiter angeſtellet werden, und ergeben zugleich, daß der geworſene Körper eine krumme Linie beſchreiben müſſe. Dieſe krumme Linie iſt, wie in der höhern Geometrie gelehret wird, eine vollkommene Parabel. Es ſey die Richtung ae (Fig. 43.) des geworfenen Körpers horizontal. Man theile ae in vier gleiche Theile ein, welche der Körper, wenn die Schwere nicht auf ihn wirkte, in gleichen Zeittheilchen gleichförmig durchlaufen würde. Allein gleich im Anfange der Bewegung treibt die Schwere den Körper nach der ſenkrechten Richtung ar ſich hin zubewegen. Man nehme an, die Kraft der Schwere werde in dem erſten Zeittheilchen durch ag = bf ausgedruckt, und wirke nur im Anfange der Bewegung, ſo wird nun der Körper die Diagonale des Parallelogramms nemlich af durchlaufen müſſen. In dem Punkte f würde nun der Körper in dem folgenden Zeittheilchen mit gleichförmiger Bewegung den Weg fh = bc zurücklegen, wenn die Schwere ihn nicht beſchleunigte; da ſie aber bewirkt, daß der Körper um fm = 3ag herabſinken muß, ſo wird nun der Körper die Diagonale fi durchlaufen. Im dritten Zeittheilchen wird der Körper, wenn er nicht ſchwer wäre, den Weg il = cd zurückelegen; weil ihn aber die Schwere um die Höhe io = 5ag herabtreibt, ſo legt er die Diagonale ip zurück; im vierten Zeittheilchen endlich würde er ohne Schwere den Weg pq = de durchlaufen; die Schwere aber treibt ihn um die lothrechte Höhe pt = 7ag nieder, folglich bewegt er ſich in der Diagonale pſ. Da nun die Schwere ſtetig und unterbrochen auf den Körper wirkt, ſo ſieht man leicht, daß die hier gebrochene Linie afipſ eine vollkommen krumme Linie ſeyn müſſe. Nimmt man ar zur Axe der krummen Linie an, ſo hat *Galilaeus* (in dialog. de motu locali) zuerſt gefunden, daß

ſich

ſich $ag : ak = gf^2 : ki^2$ verhalte, oder daß ſic die Abſciſſen wie die Quadrate der Ordinaten verhal ten, daß folglich die krumme Linie eine Parabel iſ M. ſ. meine Anfangsgründe der höhern Geometri §. 10.

§. 171.

Weiß man die anfängliche Geſchwindigkeit, m welcher ein Körper fortgeworfen iſt, und wenn d Richtung des Wurfs nicht horizontal, ſondern gege den Horizont geneigt wäre, auch den Neigungswink dieſer Richtung gegen den Horizont, ſo läßt ſich vo Sekunde zu Sekunde der Ort durch eine leichte Rec nung finden, wo ſich der Körper in der krummen Bah befindet; durch dieſe Oerter ließe ſich alsdenn d krumme Bahn ſelbſt hindurchführen. Im widerſt henden Mittel als z. B. in der Luft würde nun fre lich dieſe Bahn, vorzüglich bey etwas großen Weiter nicht ſo ganz paraboliſch ſeyn, welche jedoch bey kleine Wurfsweiten von dieſer Figur nicht ſehr abweichet Wäre, wie im vorigen §. in dem Beyſpiele iſt ang nommen worden, die Richtung des Körpers horizon tal, und vermöge der angetriebenen Kraft derſelb genöthiget in jeder Sekunde einen Weg von 10 Füßen zu durchlaufen, ſo könnte nun z. B. gefrag werden, wie weit würde der Körper nach der vierte Sekunde in ſeiner Bahn von der Horizontallinie en fernet ſeyn? Man braucht demnach nur den Weg z ſuchen, welchen ein frey fallender Körper in vier Se kunden zurückgeleget hat, und eben ſo weit wird e von der Horizontallinie entfernet ſeyn; mithin iſt ſein Entfernung 16. 15,625 = 249,94 Fuß.

Die Theorie der geworfenen Körper findet ma abgehandelt in Karſtens Lehrbegriff der geſamm Mathematik. Theil IV. Abſchn. V. §. 69 u. f. De ſelben Anfangsgründe der mathematiſchen Wiſſenſcha

te

ten Band II. §. 33 u. f. *v. Tempelhof* le bombardier pruſſien, ou du mouvement des projettiles à Berlin 1781. 8.

§. 172.

Die Richtungslinien der Schwere ſind eigentlich unter einander aufs vollkommenſte nicht parallel, ſondern ſie laufen vielmehr in einen einzigen Punkt zuſammen. Bey den ganz geringen Weiten, in welchen man die Körper auf unſerer Erde werfen kann, hat nun freylich dieſe ſehr kleine Abweichung der Richtungen der Schwere von der parallelen Lage keinen merklichen Einfluß; allein es können doch in der Natur Fälle geben, wo eine Kraft einen in Bewegung befindlichen Körper beſtändig gegen einerley Mittelpunkt zu treiben ſtrebt, wo es nicht ſo ganz gleichgültig iſt, die Richtungen der Schwere, welche in dieſem Mittelpunkte zuſammenlaufen, unter ſich als parallel zu betrachten. Bey einer Aufmerkſamkeit wird man dieſes an den Himmelskörpern wahrnehmen, welche unter ſich eine Anziehungskraft ausüben, deren Richtungen alle in einem Mittelpunkte zuſammenlaufen. Alsdenn wirkt aber die Kraft der Schwere als Centripetalkraft, und die Kraft des Wurfs, welche den Körper von der Centripetalkraft ablenkt, nach der Tangentialkraft; und es wird nun begreiflich, daß die Bahn, in welcher ſich der geworfene Körper beweget, nicht mehr paraboliſch ſeyn könne, ſondern daß ſie eine krumme Linie iſt, welche wieder in ſich ſelbſt zurückläuft, folglich entweder ein Kreis, wenn die Centripetalkraft nach allen Seiten hin gleich ſtark, oder eine Ellipſe, wie ſie in der höhern Geometrie genennet wird, wenn die Centripetalkraft nach allen Seiten hin nicht gleich ſtark wirkt. Da oben bewieſen iſt, daß ein jeder Körper auf alle Körper in allen Entfernungen unmittelbar eine anziehende Kraft ausübet, ſo ſieht man wohl ein,

daß

daß die Bewegung, welche der Mond um unſere Erde, die Trabanten um ihre Hauptplaneten, und alle dieſe um ihre Sonne beſitzen, eine wahre Centralbewegung ſey. Die Schwungkraft oder die Tangentialkraft kann auch eine Folge der anziehenden Kräfte ſeyn; denn eine eigene Kraft muß ſie ſeyn, weil Trägheit keinen Körper in Bewegung bringen kann, und ſie von einem Wurf des Schöpfers herzuleiten, ſtimmt mit deſſelben vollkommenſten Eigenſchaften gar nicht überein. Daraus läßt ſich nun auch einſehen, daß ein Körper in ſeiner krummen Bahn dem Mittelpunkte näher kommen, und ſich alsdenn von ihm wieder entfernen kann, oder daß dieſe Bahn eine krumme Linie, welche wieder in ſich ſelbſt zurückeläuft. Man ſetze nemlich, es werde ein Körper durch irgend eine Kraft nach der Richtung der Tangente ab (Fig. 44.) zur Bewegung angetrieben, die Centripetalkraft nach der Richtung ac, welche durch ah ausgedruckt werden kann, lenke ihn aber von dieſem Wege ab, ſo muß er den Bogen ad durchlaufen. Hörte nun in dieſem Augenblicke die Centripetalkraft auf ihn zu wirken auf, ſo würde er nun in dem andern gleichen Zeittheilchen nach der Richtung der Tangente de ſich fortbewegen; wirkt aber die anziehende Kraft nach der Richtung dc beſtändig auf ihn, und wird die Größe dieſer Kraft durch dg ausgedruckt, ſo durchläuft er den Bogen df u. ſ. w. Weil nun die anziehende Kraft immer größer wird, je weiter ſich der Körper in dieſer krummen Bahn fortbeweget, ſo muß er auch dem Mittelpunkte c immer näher kommen, bis er an den unterſten Punkt m gekommen iſt; von da an wird er ſich nun dem Mittelpunkte nicht mehr nähern, ſondern ſich wieder von demſelben entfernen, und in der krummen Bahn nach a wieder zurückgehen. Es iſt oben bewieſen, daß die Ausſchnitte cad, cdf, ckm u. ſ. (§. 77.) unter ſich gleich groß ſind. In der unterſten

Stelle

Stelle m der krummlinichten Bahn iſt die anziehende Kraft am größten, ſie ſey durch ml ausgedruckt, und verhalte ſich zu ah umgekehrt wie $ca^2 : cm^2$ (§. 83.) Nun würde der Körper von m nach n mit gleichförmiger Bewegung fortgehen in eben der Zeit da er den Bogen km durchlaufen hat, wenn er ohne alle Schwere wäre; da ihn aber die anziehende Kraft ml nach der Richtung lc treibt, ſo muß er den Bogen mo durchlaufen. Auf eben dieſe Weiſe wird er in der folgenden gleichen Zeit den Bogen or durchlaufen, indem er nach den Richtungen beyder Kräfte vq und vp getrieben wird u. ſ. w. Hieraus iſt es alſo begreiflich, daß der Körper auf dieſer Seite eine eben ſo große Bahn, als auf jener zurücklegen, und zu dem Punkte a wieder zurückkehren müſſe. Weil nun dies alles bey einem jeden durch den Wurf bewegten Körper gilt, wenn auch die anziehende Kraft nach der Richtung ac größer als ah wäre, ſo würde beſtändig derſelbe in einer krummen Bahn ſich bewegen, die in ſich ſelbſt wieder zurückläuft. M. ſ. Gehlers phyſikaliſches Wörterbuch. Theil I. Art. Centralbewegung und Centralkräfte. S. 469. u. f.

Anmerk. Einige Naturforſcher behaupten, daß bey der Centralbewegung nur eine einzige Kraft nemlich die Centripetalkraft wirke, die gewöhnliche Schwungkraft ſey keine Kraft, ſondern eine bloße Wirkung der Trägheit, oder ein bloſſes Beybehalten des vorigen Zuſtandes, indem wohl anfänglich eine Kraft nöthig geweſen wäre, den Körper zur geradlinichten Bewegung anzutreiben, allein dieſe einmal erhaltene Bewegung ſetzte er nun in alle Ewigkeit als träger Körper gleichförmig fort. Dies ließe ſich dann wohl denken, wenn der bewegte Körper in einem leeren Raume ſeine Bewegung fortſetzte. Allein da der objektive leere Raum ganz aus der Naturwiſſen-

ſchaft oben verwieſen, folglich ein jeder Raum mit Materie angefüllt iſt, und die zurückſtoßende Kraft derſelben offenbar der bewegenden ankommenden Kraft ein Hinderniß ſetzet, und dieſelbe vermindert; ſo folgt, daß die Bewegung des bewegten Körpers irgendwo einmal aufhören würde. Man muß alſo die Schwungkraft als eine wahre Kraft betrachten.

§. 173.

Die ſchönſte und erhabenſte Anwendung von den bisherigen Lehren läßt ſich bey der Bewegung der Himmelskörper machen, bey welchen die Schwere als Centripetalkraft wirket. Bey alle dem aber könnte hier ohne Mathematik, nicht allein Elementar- ſondern vorzüglich höheren Mathematik, gar nichts gründliches vorgetragen werden. Dies iſt ſchon ein Beweis, daß der Naturforſcher, wenn er die Geſetze der Natur aus Gründen herleiten will, ſelbſt in der höhern Mathematik eine gewiſſe Fertigkeit erlanget haben muß. Oben ſind bereits die Geſetze der Centralkräfte der Körper, in ſo fern ſie als Punkte betrachtet werden konnten, ſo weit als es die Kürze eines Lehrbuchs verſtattete, erörtert worden. Aus der Anwendung derſelben auf wirkliche Körper laſſen ſich folgende Sätze herleiten:

1. Die Maſſen zweyer ungleich ſchwerer Körper verhalten ſich zu einander, wie ihre Centralkräfte, wenn die Geſchwindigkeiten derſelben und ihre Entfernungen vom Mittelpunkte der Kräfte gleich groß ſind. Denn hätte der eine Körper doppelt ſo viele Maſſe als der andere, ſo wird auch ſeine Schwungkraft doppelt ſo groß ſeyn müſſen, wenn ſie mit der andern eine gleiche Geſchwindigkeit haben ſoll, folglich muß auch bey gleichen Entfernungen vom Mittelpunkte der Kräfte die anziehende Kraft des erſten Körpers doppelt ſo groß als die des andern ſeyn. Setzt man alſo die Maſſen M, m und die anziehenden Kräfte V, v ſo hat man $M : m = V : v$.

2. Wenn ſich die Quadrate der Umlaufszeiten wie die Würfel der Entfernungen vom Mittelpunkte der Kräfte verhalten, und den Maſſen der Körper gleich ſind, ſo verhalten ſich die anziehenden Kräfte umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen vom Mittelpunkte. Setzt man nemlich wie oben §. 83. die Entfernungen vom Mittelpunkte der Kräfte $= D$, d und die Umlaufszeiten T, t, ſo iſt $V : v = \frac{D}{T^2} : \frac{d}{t^2}$. Da nun $T^2 : t^2 = D^3 : d^3$ ſo hat man auch $V : v = \frac{D}{D^3} : \frac{d}{d^3} = \frac{1}{D^2} : \frac{1}{d^2} = d^2 : D^2$.

3. Wenn die Vorausſetzung des vorigen Falles n. 2. ſtatt findet, die Maſſen der Körper aber ungleich groß ſind, ſo verhalten ſich die anziehenden Kräfte wie die Produkte aus den Maſſen in die Quadrate der verkehrten Entfernungen vom Mittelpunkte der Schwere, oder es iſt $V : v = Md^2 : mD^2$.

4. Die anziehenden Kräfte zweyer Körper ſind überhaupt in einem zuſammengeſetzten Verhältniſſe der Maſſen und der Entfernungen vom Mittelpunkte der Schwere und dem verkehrten Verhältniſſe der Quadrate der Umlaufszeiten, oder es iſt $V : v = MDt^2 : mdT^2$.

Kepler (M. ſ. *Jo. Kepleri* Aſtronomia nova αιτιολογητος ſ. phyſica coeleſtis tradita commentariis de motibus ſtellae Martis. Prag. 1609. Fol. ejusd epitome aſtronomiae Copernicanae. Linc 1618. 8.) hat durch ſeine Beobachtungen zuerſt gezeiget, 1) daß die Planeten in Ellipſen um die Sonne laufen, in deren einem Brennpunkte die Sonne ſteht, 2) daß die Planeten mit dem Vektor, welcher aus der Sonne auf ſie gezogen wird, Flächenräume durchlaufen, welche den Zeiten proportional ſind, und 3) daß die Quadrate der Umlaufszeiten der Planeten ſich verhalten wie die Würfel der mittleren Entfernungen von der Sonne. Die nachherigen Beobachtungen haben dies alles aufs vollkommenſte beſtätiget und

noch ferner bewieſen, daß die Monde um ihre Hauptplaneten eben die Geſetze befolgen, als die letztern um die Sonne. Newton (M. ſ. *Iſa. Newton* philoſophiae naturalis principia mathematica. Lond. 1687. 4.) bewies, daß das Verhältniß der anziehenden Kraft, welche die Planeten gegen die Sonne lenkt, mit dem verkehrten Verhältniſſe des Quadrats ihrer Entfernung von der Sonne gleich ſey. Ueberhaupt zeigte er, daß dieſes Geſetz der anziehenden Kraft bey allen Himmelskörpern ſtatt findet, und daß ſich alle Himmelskörper gegenſeitig anziehen, und dadurch alle die Erſcheinungen verurſachen müſſen, welche bey ſelbigen beobachtet werden, wodurch Keplers Beobachtungen aufs vollkommenſte beſtätiget wurden. Zuerſt bewies er, daß die Kraft, welche den Mond um unſere Erde erhält, die Schwerkraft gegen die Erde ſey. Weil nemlich der Mond in der mittleren Entfernung von der Erde ohngefähr 60 Erdhalbmeſſer entfernet iſt, ſo wird auch die Schwere im Monde 60. 60mal geringer als auf unſerer Erde ſeyn. Auf unſerer Erde fällt ein Körper in der erſten Sekunde 15,625 Rheinl. Fuß, mithin wird der Mond in jeder Minute von ſeinem geraden Wege gegen die Erde zu um 15,625 Fuß abgelenkt. Noch mehrere Anwendung von der allgemeinen Anziehung der Körper gegen einander machte Newton zur Beſtimmung der beſchleunigenden Kraft der Schwere auf der Oberfläche der Planeten, des Verhältniſſes der ſchweren Maſſe derſelben und der Dichtigkeit der Maſſe. Von allen dieſen ſ. m. *van Swinden* poſitiones phyſicae Hardevor. T. I. 1786. 8. *Muſchenbroek* introd. ad philoſ. natur. *de la Lande* Aſtronomie. *Joh. Bernoulli* opera. T. I. *Euler* mechanica. T. I. Käſtners höhere Mechanik.

Sech-

Sechſter Abſchnitt.

Von den Geſetzen des einfachen und zuſammengeſetzten Pendels.

§. 174.

Ein jeder ſchwerer Körper, welcher mittelſt eines Fadens oder ſonſt etwas an einem Orte aufgehängt worden, ſo daß er ſich um dieſe Stelle frey drehen kann, heißt ein **Pendel** (pendulum). Es iſt für ſich klar, daß das Pendel nicht anders ruhen kann, als wenn der Aufhängpunkt mit dem Schwerpunkt des Pendels in einer vertikalen Linie liege. Sobald man aber das Pendel in die geneigte Lage a b (Fig. 45.) bringt, und ſich ſelbſt überläßt, ohne ihn im geringſten einen Stoß zu geben, ſo beweget es ſich in einem Kreisbogen nach der vertikalen Richtung a c zu; da es nun durch den Fall in c die Geſchwindigkeit erhalten hat, welche ein Körper erhalten haben würde, wenn er von der Stelle an, da das Pendel herabfiel, frey auf die Horizontallinie, welche durch den unterſten Punkt des Kreisbogens gezogen werden kann, erhalten hätte; ſo muß es nun auf der andern Seite in dem Kreisbogen c d eben ſo hoch ſteigen, als es von b nach c herabgefallen war. Iſt es nun in der Stelle d angelangt, ſo befindet es ſich unter eben den Umſtänden wie in b, und muß folglich den Bogen d b wieder zurück durchlaufen, und auf dieſe Weiſe ſich beſtändig hin und her bewegen. Man nennt dieſe ſo beſtändig abwechſelnde Bewegung eine **Schwingungsbewegung** oder **Vibration** des Pendels (vibratio, oſcillatio penduli).

§. 175.

Man kann ſich vorſtellen, der Körper c ſey blos ein einziger ſchwerer Punkt, die Linie ac aber eine nicht biegſame nicht ſchwere Linie. Der ſchwere Punkt c würde alsdenn eben den Geſetzen der Schwere wie andere Körper unterworfen ſeyn, und würde folglich ebenfalls die ſchwingende Bewegung beſitzen. Ein ſolches eingebildetes Pendel nennt man ein einfaches oder mathematiſches Pendel (pendulum ſimplex). Iſt aber c ein wirklicher Körper, welcher Materie, mithin viele ſchwere Punkte beſitzet, auch die Linie ac ſelbſt als ſchwer betrachtet wird, ſo heißt das Pendel ein zuſammengeſetztes Pendel (pendulum compoſitum).

§. 176.

Es ſey ac (Fig. 46.) ein einfaches Pendel. Wird dies nun in die Lage ab gebracht, ſo wird es ſich von ſelbſt in eine ſchwingende Bewegung verſetzen. In dieſer Lage des Pendels wirkt nemlich die Schwere nach der lothrechten Richtung bf, der Faden ab aber widerſtehet dieſer Richtung. Man verlängere ab nach e, ſetze gb auf ab ſenkrecht, ziehe gf mit be und ef mit bg parallel, ſo wirkt nun die Schwere des Pendels ſo, als wenn ſie aus den beyden Kräften bg und be zuſammengeſetzet wäre. Weil nun der einen Kraft nach der Richtung be von dem Faden vollkommen widerſtanden wird, ſo kann nur die andere Kraft nach der Richtung bg wirkſam ſeyn, und Bewegung verurſachen. Da aber der Faden in jedem Augenblicke der Bewegung des Pendels widerſtehet, ſo wird ſelbiger von der Richtung der Tangente bg beſtändig abgelenkt, und muß daher einen Kreisbogen beſchreiben. Iſt nun das fallende Pendel in ſeiner Bewegung in h angelangt, ſo wird nun noch die Schwere nach der vertikalen Richtung hk eben ſo ſtark wie in b wir-

wirken, aber die Kraft nach der Richtung hi wird kleiner werden als bg war, und dieſe muß immer kleiner werden, je näher ſie dem Punkte c in der vertikalen Richtung ac kommt, wo ſie ganz verſchwindet. Es iſt folglich die Kraft nach der Richtung bg veränderlich, und verſchwindet ganz, wenn das Pendel in c angelangt iſt; in dieſer Stelle wird es nun eine Geſchwindigkeit erlanget haben, als wenn es von p nach c ſenkrecht frey herabgefallen wäre; daher ſtrebt es in der horizontalen Richtung mit dieſer erhaltenen Geſchwindigkeit fortzugehen. Da ihn aber der Faden widerſteht, ſo muß es ſich wiederum in einem Kreisbogen bewegen, und bis d eben ſo hoch ſteigen, als es von b nach c herabgefallen war. Man ſetze, es ſey in dieſer aufſteigenden Bewegung in q angelangt, ſo wird nun die Kraft nach der Richtung qt der Bewegung des Pendels entgegenwirken, und wird immer größer werden müſſen, je näher das Pendel der Stelle d kömmt; in dieſer Stelle d aber wird ſie am größten ſeyn, ſo, daß das Pendel ſeine Geſchwindigkeit, welche es durch den Fall von b nach c erlangt, ganz verloren hat, weil es nicht höher ſteigen kann, als es von b nach c herabgefallen iſt. (§. 169.)

§. 177.

Unter der Länge des einfachen Pendels verſteht man die Entfernung des Aufhängepunktes von demjenigen Punkte, welcher als ſchwerer Punkt betrachtet wird. Bey der Bewegung des einfachen Pendels durch den Bogen bd wird nun allemal eine gewiſſe Zeit verfließen, in deren Hälfte auch die Hälfte des Bogens bd von dem Pendel durchlaufen wird. Die Bewegung des Pendels durch den Bogen bd heißt ein **halber** oder auch ein **einfacher Schwung** (oſcillatio ſimplex); die Be-

wegung des Pendels aber von dem Orte b nach d und rückwärts von d nach b, oder die Hin- und Wiederbewegung des Pendels ein ganzer oder zuſammengeſetzter Schwung (oſcillatio compoſita). Solche Schwingungen, welche in einerley Zeit vollendet werden, heißen iſochroniſch (oſcillationes iſochronae). Die Zeit des Schwunges hängt von dreyen Umſtänden ab; 1) von der Größe des Elongationswinkels bac, 2) von der Länge des Pendels und 3) von der beſchleunigenden Kraft der Schwere. Wenn nemlich die Schwere auf unſerer Erde an allen Orten nicht mit gleicher Stärke wirkt, ſo muß auch einerley Maſſe von der ſtärkern Schwere mehr beſchleuniget werden, als von der ſchwächern. Daher wird auch bey gleicher Länge des einfachen Pendels und bey gleichem Elongationswinkel die Schwingungszeit kleiner ſeyn, wenn eine ſtärkere Kraft der Schwere das Pendel beſchleuniget, als im entgegengeſetzten Falle. Hier ſollen nun zuerſt Unterſuchungen über das Pendel an ein und demſelben Orte angeſtellet werden, wo alſo auch die Kraft der Schwere immer ein und die nemliche bleibt.

§. 178.

Wenn zwey einfache Pendeln verſchiedene Längen haben, ſo verhalten ſich bey gleichem Elongationswinkel die Schwingungszeiten wie die Quadratwurzeln aus den Längen der Pendel, oder die Längen der Pendel verhalten ſich wie die Quadrate der Schwingungszeiten. Wären nemlich die Längen der beyden einfachen Pendeln ab und af (Fig. 47.), und die gleichen Elongationswinkel bac und fai. Würden nun dieſe beyden Pendeln zu gleicher Zeit in eine Schwingungsbewegung geſetzet, ſo durchläuft das Pendel b den Weg bc und das andere f den Weg fi. Da nun hierdurch die beyden Pendeln eine Geſchwin-

ſchwindigkeit erlanget haben, welche ein ſchwerer Körper erhalten haben würde, wenn er von den ſenkrechten Höhen ec und hi frey herabgefallen oder die ſchiefen krummen Linien bc und fi herabgeſunken wäre (§. 165.), in dieſem Falle aber die Wege ſich wie die Quadratzahlen der verfloſſenen Zeiten verhalten, ſo werden ſich auch die Bogen bc und fi wie die Quadratzahlen der verfloſſenen Zeiten verhalten müſſen. Setzt man alſo die dazu gehörigen Schwingungszeiten T und t, ſo hat man $bc : fi = T^2 : t^2$. Nach geometriſchen Gründen iſt ferner $bc : fi = ab : af$, folglich auch $ab : af = T^2 : t^2$ und daher $\sqrt{ab} : \sqrt{af} = T : t$. Demnach wird in einer doppelten Zeit ein vierfacher, in einer dreyfachen Zeit ein neunfacher Weg und in einer vierfachen Zeit ein ſechszehnfacher Weg beſchrieben werden. Nun iſt aber der Weg bc viermal ſo groß als der Weg fi, wenn die Länge ab viermal ſo lang als af, der Weg bc neunmal ſo groß als der Weg fi, wenn die Länge ab neunmal ſo lang als af, und der Weg bc ſechszehnmal ſo lang als fi, wenn die Länge ab ſechszehnmal ſo lang als af iſt: daher wird im erſten Falle der Schwung doppelt ſo lange, im andern dreymal ſo lange und im dritten viermal ſo lange dauern, als bey der Länge af. Es verhalten ſich folglich die Längen der Pendel wie die Quadratzahlen der Zeiten, und daher die Schwingungszeiten wie die Quadratwurzeln der Länge.

§. 179.

Wenn die Länge ab des einfachen Pendels b neunmal länger iſt, als die Länge af des einfachen Pendels, ſo iſt die Zeitdauer des Schwunges von b nach c dreymal ſo groß als die des Schwunges von f nach i. Je kleiner alſo die Zeit iſt, deſto größer wird die Anzahl der Schwingungen ſeyn. Demnach

verhalten ſich die Anzahlen der Schwingungen umgekehrt wie die Zeiten. Setzt man die Anzahlen der Schwingungen N, n, ſo hat man N : n = t : T. Nun verhalten ſich aber die Schwingungszeiten wie die Quadratwurzeln der Längen der einfachen Pendeln, folglich verhalten ſich auch die Anzahlen der Schwingungen umgekehrt wie die Quadratwurzeln der Längen der Pendeln. Weil alſo $T:t = \sqrt{ab} : \sqrt{af}$, ſo hat man auch $N : n = \sqrt{af} : \sqrt{ab}$.

§. 180.

Weil die Dauer des Falles eines ſchweren Körpers von einer Sehne in einem Halbkreiſe der Dauer des ſenkrechten Falles durch den ganzen Durchmeſſer gleich iſt (§. 168.); ſo würde der ſchwere Punkt e (Fig. 48.) durch die gedoppelte Länge des Pendels = 2ac = dc durchlaufen, wenn er in eben der Zeit die Sehne ec durchläuft. Da er nun beym Steigen durch cg = ce gehet, ſo würde er in der nemlichen Zeit abermals durch 2ac herabfallen, folglich während der Zeit einer ganzen Schwingung durch die achtfache Länge des Pendels gehen. Es iſt daher die Dauer der ganzen Schwingung mit der Dauer des lothrechten Falles durch acht Pendellängen im Verhältniſſe. M. ſ. *de la Caille* lectiones elementares mechanicae. Vienn. 1769. 4. p. 137.

§. 181.

Wenn die Schwingungsbewegung eines einfachen Pendels unter den verſchiedenen Elongationswinkeln eac und bac erfolget, und es werden aus den Punkten e und b die Linien ei und bh ſenkrecht auf die vertikale Linie ac gezogen, ſo wird der ſchwere Punkt e durch den Fall ec eben die Geſchwindigkeit erhalten haben als durch den Fall aus i nach c; eben ſo wird auch der ſchwere Punkt b durch den Fall bc

die Geſchwindigkeit erlangt haben als durch den freyen Fall von h nach c. Nun verhält ſich die Geſchwindigkeit von i nach c zu der Geſchwindigkeit des Falles von d nach c $= \sqrt{ic} : \sqrt{dc}$, und die Geſchwindigkeit des Falles von h nach c zu der von d nach c $= \sqrt{hc} : \sqrt{dc}$. Nach Beweiſen der Geometrie hat man ferner $ch : cb = cb : cd$ und $ci : ce = ce : cd$, folglich $\sqrt{ch} = \frac{cb}{\sqrt{cd}}$ und $\sqrt{ci} = \frac{ce}{\sqrt{cd}}$; folglich iſt auch $\sqrt{ic} : \sqrt{hc} = ce : cb$ d. h. die Geſchwindigkeiten, welche das einfache Pendel, wenn die Schwingungsbewegungen unter verſchiedenen Elongationswinkeln erfolgen, an der unterſten Stelle erhalten haben, verhalten ſich wie die Sehnen ce und cb.

§. 182.

Will man die Zeit beſtimmen, während deſſen das einfache Pendel den einfachen Schwung macht, ſo muß vorher erſt unterſucht werden, wie groß die Zeit iſt, binnen welcher ein ſchwerer Körper dieſen Schwingungsbogen durchläuft. Da aber dieſes höhere Kenntniſſe in der Mathematik vorausſetzet, welche ich wenigſtens bey allen Leſern nicht vermuthen kann, ſo muß ich mich begnügen, hier blos dasjenige, was die Mathematik bey Unterſuchung der Pendeln beweiſet, kurz anzuführen. Man ſetze den Weg, welchen ein ſchwerer Körper durch den freyen Fall in einer Sekunde durchlaufen hat, $= g$, und die Länge des einfachen Pendels $= D$, ſo wird die Zeit, in welcher ein ſchwerer Körper den Weg D durch den freyen Fall zurückgeleget hat, $= \sqrt{\frac{D}{g}}$ ſeyn (§. 000.). Nun lehret die Mathematik, daß die Zeit, in welcher der ſchwere Punkt des einfachen Pendels den Schwin-

Schwingungsbogen ec durchläuft, $= \frac{1}{4} \pi \sqrt{\frac{D}{g}}$

$$\left(1 + (\tfrac{1}{2})^2 \cdot \frac{ci}{D} + (\tfrac{1}{2} \cdot \tfrac{3}{4})^2 \cdot \left(\frac{ci}{D}\right)^2 + \left(\frac{1.3.5}{2.4.6}\right)^2 \left(\frac{ci}{D}\right)^3 + \right)$$ ſeyn müſſe, wo π die Zahl 3,1415 als die Peripherie des Kreiſes für den Durchmeſſe 1 angenommen iſt. Wird der Schwingungsboge ec unendlich klein, ſo verwandelt ſich jene unendlic Reihe in 1, und die Zeit des Fallens durch dieſe unendlich kleinen Bogen wird $\frac{1}{4} \pi \sqrt{\frac{D}{g}}$; folgli würde ſich dieſe Zeit zur Zeit des freyen Falles dur die gedoppelte Länge des Pendels wie $\frac{1}{4} \pi : 1$ od faſt wie 785 : 1000 verhalten. Schwingt alſo da einfache Pendel in unendlich kleinen Bogen hin un her, ſo ſieht man nun leicht, daß ſich die Zeit eine ganzen unendlich kleinen Schwunges zur Zeit de freyen Falles durch die doppelte Länge des Pendel wie $\pi : 1$ oder wie die Peripherie des Kreiſes zu Durchmeſſer verhält. Wäre alſo die Zeit des ganze Schwunges durch den unendlich kleinen Bogen = und die Zeit des freyen Falles durch die gedoppelt Länge des Pendels $= T$, ſo hat man $t : T = \pi :$

M. ſ. *Euleri* mechanica ſ. motus ſcienti analytice expoſita T. II. §. 161-164. Karſten Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Th. IV. Al ſchnitt VIII. Deſſelb. Anfangsgründe der matheme tiſchen Wiſſenſchaft. 2 Band. Abſchn. VI. Käſtner Anfangsgründe der höhern Mechanik. 2 Abſchnitt.

§. 183.

Wird der Schwingungsbogen gerade ein Qua drant oder der vierte Theil der Peripherie, ſo ver wandelt ſich ci in $ac = \frac{1}{2} dc = \frac{1}{2} D$, folglic wir

wird die Zeit des Falles durch den Quadranten $= \frac{1}{4}\pi \sqrt{\frac{D}{g}} \left(1 + (\frac{1}{2})^2 \cdot \frac{1}{2} + (\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4})^2 \cdot \frac{1}{4} + \left(\frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{3 \cdot 4 \cdot 6}\right)^2 \cdot \frac{1}{4} + \quad\right)$. Weil nun das Produkt von $\frac{1}{4}\pi$ in dieſe unendliche Reihe kleiner als 1 wird, ſo ſieht man, daß alsdenn die Zeit kleiner ſeyn muß als die Zeit des Falles durch den Durchmeſſer D, oder kleiner als $\sqrt{\frac{D}{g}}$. Da ferner die Sehne fc des Quadranten eine eben ſo große Zeit wie der Durchmeſſer erfordert, wenn ein Körper von ſelbiger herabſinken ſoll, ſo iſt auch die Zeit des Fallens durch den Quadranten kleiner als die Zeit des Falles durch ſeine Sehne, obgleich der Quadrant größer als ſeine Sehne iſt. Galiläus kannte dieſen Satz ſchon, und bewies noch auſſerdem, daß die Zeit des Falles durch den Quadranten geringer ſey, als der Fall durch zwey oder drey oder mehrere im Quadranten gezogene Sehnen.

§. 184.

In der höhern Mechanik wird bewieſen, daß ein ſchwerer Körper in Bögen einer krummen Linie, ſie mögen ſo lang oder kurz ſeyn als man will, welche die Radlinie oder Cykloide genennet wird, und deren Eigenſchaften in der höhern Geometrie unterſuchet werden, in gleichen Zeiten herabfallen, daher auch dieſe Linie die tavtochroniſche Linie oder die Linie von einerley Zeiten des Falles genennet wird. Will man alſo durch das einfache Pendel Schwünge, welche ſo groß oder klein ſeyn mögen als man will, von völlig gleicher Dauer haben, ſo muß der ſchwere Punkt des einfachen Pendels nicht im Kreiſe, ſondern in der Cykloide ſchwingen. Wird nemlich dieſe Cykloide durch das Hinrollen eines Krei-

ſes, deſſen Durchmeſſer der Hälfte der Pendellänge gleich iſt, auf einer geraden Linie beſchrieben, ſo fällt ein jeder ſchwerer Körper durch einen jeden Bogen der Cykloide in gleicher Zeit, welche $= \frac{1}{4} \pi \sqrt{\frac{D}{g}}$ iſt. Hieraus folgt alſo der Satz: die Zeit des ganzen Schwunges des einfachen Pendels in einer Cykloide, ſo groß auch die Bogen ſeyn mögen, verhält ſich zur Zeit des freyen Falles durch die doppelte Länge des Pendels, wie die Peripherie zum Durchmeſſer. Huygens entdeckte dieſe Eigenſchaft bey Unterſuchung der Cykloide zuerſt, und machte davon Anwendungen auf die Pendel. M. ſ. *Hugenii* horologium oſcillatorium. P. II. pr. 25.

§. 185.

Wenn irgend ein ſchwerer Körper an eine ſchwere prismatiſche oder cylindriſche Stange verbunden und mit dieſer ſo aufgehänget worden, daß alles zuſammen Schwingungen machen kann, ſo iſt dies nun ein zuſammengeſetztes Pendel, bey welchem die bisherigen Unterſuchungen vom einfachen Pendel nicht anders angewendet werden können, als wenn jenes Pendel erſt auf ein mathematiſches reduciret iſt. Es beſtehet nemlich ein jedes phyſiſches Pendel aus einer Menge von materiellen ſchweren Punkten, welche von dem Aufhängungspunkte verſchiedene Abſtände haben; daher kann auch die Länge eines ſolchen Pendels mit der Länge eines einfachen Pendels nicht für einerley gehalten werden. Der ſchwere Körper, welcher an einem ſchweren Stabe befeſtiget, und mit ſelbigen aufgehänget worden, mag nun eine Figur haben welche man will, ſo wird man doch allemal erſt die Länge eines einfachen Pendels beſtimmen müſſen, deſſen Schwingungszeit eben ſo groß als die Schwingungszeit des zuſammengeſetzten Pendels von gegebener Länge iſt.

Selbſt

Selbſt ein kleiner ſchwerer Körper, welcher an einem ſehr zarten Faden, deſſen Schwere unbeträchtlich wäre, aufgehänget worden, muß als ein zuſammengeſetztes Pendel betrachtet werden, weil der Körper kein mathematiſcher ſchwerer Punkt iſt, ſondern eine Menge dergleichen ſchwere Punkte beſitzet.

§. 186.

Es ſey a e f g (Fig. 49.) ein zuſammengeſetztes Pendel, d der Mittelpunkt der Schwere deſſelben und a der Aufhängungspunkt, um welchen daſſelbe freye Schwingungen machen kann, ſo kommt es nun darauf an, die Länge eines einfachen Pendels zu beſtimmen, deſſen Schwingungszeit einerley mit der Schwingungszeit des zuſammengeſetzten Pendels iſt. Man ſetze, die Länge des einfachen Pendels ſey a c, welches mit dem zuſammengeſetzten Pendel gleichzeitig ſchwingt, ſo muß der Punkt c ganz allein als ſchwer betrachtet werden, wenn das zuſammengeſetzte Pendel auf das einfache reduciret ſeyn ſoll. Dieſe Länge des einfachen Pendels wäre alſo die Entfernung des ſchweren Punktes c von dem Aufhängungspunkte a. Dieſer Punkt c heißt der **Schwingungspunkt** oder der **Mittelpunkt der Schwingung** (centrum oſcillationis). Wenn man alſo nur den Mittelpunkt der Schwingung zu beſtimmen wüßte, ſo würde man das zuſammengeſetzte Pendel als ein einfaches anſehen können, deſſen Länge die Entfernung von dem Aufhängungspunkte bis zu dieſem Mittelpunkte wäre, alsdenn ließen ſich alle die Unterſuchungen des einfachen Pendels auf das zuſammengeſetzte anwenden. Da aber dies viele mathematiſche Kenntniſſe vorausſetzet, und eigentlich in die höhere Mechanik gehöret, ſo genüget es, hier nur einige Reſultate anzuführen.

1. Wenn das Pendel aus einer dünnen gleich ſtarken prismatiſchen oder cylindriſchen ſchweren Stange beſtehet, ſo

ſo ſey die Länge dieſer Stange = l, alsdenn iſt der Mittelpunkt der Schwingung vom Aufhängungspunkt um $\frac{2}{3}$l entfernt.

2. Beſitzet dieſe Stange, wie gewöhnlich, noch einen kleinen linſenförmigen ſchweren Körper, ſo ſetze man das Gewicht deſſelben = q und das Gewicht der Stange = p, ſo findet man die Entfernung des Aufhängpunktes von dem Mittelpunkte der Schwingung durch folgende Formel $\frac{\frac{1}{3}p + q}{\frac{1}{2}p + q} \cdot l$, und auf dieſe Weiſe läßt ſich nun ein aus einer ſchweren Stange und einem linſenförmigen ſchweren Körper zuſammengeſetztes Pendel als ein einfaches betrachten. Wäre z. B. die Schwere der Stange = 18 Loth, des linſenförmigen Körpers = 6 Loth, und die Länge des Pendels = 280 Linien, ſo iſt die geſuchte Länge des einfachen Pendels $= \frac{6 + 6}{9 + 6} \cdot 280$ $= \frac{4}{5} \cdot 280 = 56 \cdot 4 = 224$ Linien.

3. Wenn eine ſchwere Kugel an einem ſehr zarten Faden hängt, deſſen Gewicht unbeträchtlich wäre, und als eine mathematiſche Linie gelten könnte, ſo wird man den Mittelpunkt der Schwingung alſo finden: man multiplicire den Halbmeſſer der Kugel mit ſich ſelbſt, und dividire dieſes Produkt durch die Summe der Länge des Fadens und des Halbmeſſers der Kugel, alsdenn nehme man von dieſem Quotienten $\frac{2}{5}$. Dies Reſultat wird die Entfernung des Mittelpunktes der Kugel von dem Mittelpunkte der Schwingung angeben, welcher unter dem Mittelpunkte der Kugel liegt. Wäre z. B. der Halbmeſſer der Kugel = 1 Zoll = 12 Linien, die Länge des Fadens = 428 Linien, ſo iſt der Mittelpunkt des Schwunges unter dem Mittelpunkt der Kugel von demſelben um 0,131 entfernet.

M. ſ. Käſtners höhere Mechanik. Karſtens Anfangsgründe der mathematiſchen Wiſſenſchaften. Band II. Abſchn. VI.

§. 187.

Soll das zuſammengeſetzte Pendel Schwingungen in einer gewiſſen beſtimmten Zeit machen, ſo muß das

das einfache Pendel, welches mit jenem gleichgültig, eine Länge von beſtimmter Größe enthalten. Sollte der einfache Schwung eines einfachen Pendels gerade eine Sekunde dauern, ſo nennt man alsdenn die Länge, welche zu dieſem einfachen Pendel gehöret, das Sekundenpendel oder auch die Länge des einfachen Pendels. Schwingt dies Sekundenpendel in kleinen Bogen, ſo hat man

$$1 = \tfrac{1}{2}\pi \sqrt{\frac{D}{g}} \text{ (§. 184.) folglich}$$

$$1 = \tfrac{1}{4}\pi^2 . \frac{D}{g} \text{ und}$$

$$\frac{4g}{\pi^2} = D \text{ oder } \frac{2g}{\pi^2} = \tfrac{1}{2} D.$$

Hieraus folgt $g : \frac{1}{2} D = \frac{1}{2}\pi^2 : 1$ oder der Weg, welchen ein Körper in einer Sekunde frey herabfällt, verhält ſich zur Länge des Sekundenpendels, wie das halbe Quadrat der Peripherie zum Quadrate des Durchmeſſers d. i. wie 4,9348022 — : 1 oder wie 1 : 0,2026423 —. Multipliciret man demnach die Fallhöhe eines Körpers in einer Sekunde mit der Zahl 0,2026423 —, ſo erhält man die Länge des Sekundenpendels.

§. 188.

Man kann auch die Länge eines Sekundenpendels durch Verſuche finden. Man wähle nemlich ein ſolches zuſammengeſetztes Pendel, bey welchem man die Länge eines iſochroniſchen einfachen Pendels leicht finden kann (§. 186.). Wenn dieſe nun aufs genaueſte beſtimmt iſt, ſo laſſe man die Schwingungen des Pendels angehen, und zähle nach einer richtigen Uhr, wie viel Schwingungen in einer beſtimmten Zeit das Pendel gemacht hat. Die Zeit verwandele man in Sekunden, und dividire mit der Anzahl der Schwingun-

gen in die Zahl der Sekunden, der Quotient iſt die Zeit eines einfachen Pendels von bekannter Länge, welches nemlich mit dem zuſammengeſetzten Pendel iſochroniſch iſt. Wäre nun dieſe Zeit $= t$, und die Länge des Pendels $= a$, und die zu ſuchende Länge des Sekundenpendels $= l$, ſo hat man $t^2 : 1 = a : l$, (§. 181.) folglich die Länge $l = \frac{a}{t^2}$.

§. 189.

Huygen, welcher die Geſetze des einfachen Pendels, die ſchon Galiläus erfunden hatte, erweitert, und zugleich bewieſen hat, wie man ſie auch beym zuſammengeſetzten Pendel gebrauchen könne, wendete ſie zur Verbeſſerung der Uhren an, und wurde dadurch der Erfinder der Pendeluhren. Durch Verſuche fand er die Länge des Sekundenpendels von 440½ Pariſ. Linien oder 3 Fuß 0 Zoll 8½ Linien oder in Decimalſtellen 3,059027 Fuß. Damals vermuthete er noch nicht, daß die Länge des Sekundenpendels an verſchiedenen Orten auf der Erde eine verſchiedene Länge erfordern würde; daher ſchlug er die gefundene Länge des Sekundenpendels als das beſte Mittel vor, ein allgemeines Fußmaas einzuführen. Es ſollte nemlich der dritte Theil von der gefundenen Länge des Sekundenpendels der allgemeine Fuß ſeyn, welcher ſich zum Pariſer Fuß wie 881 : 864 verhält. (M. ſ. *Hugenii* horologium oſcillator. Par I.). Der Herr von Mairan (M. ſ. *Maupertui* figure de la terre.) beſtimmte die Länge des Sekundenpendels auf 3 Fuß 0 Zoll 8 17/30 Linien, und Richer auf 3 Fuß 0 Zoll 8¾ Linien. M. ſ. Verſuch durch Zeitmeſſungen unveränderliche Längen- Körper- und Gewichtsmaaße zu erhalten, von Joh. Whitehurſt a. d. Engl. mit Anmerk. von J. H. Wiedemann. Nürnberg 1790. 4.

§. 190.

§. 190.

Wenn man durch Verſuche die Länge des Sekundenpendels genau beſtimmen will, ſo hat man vorzüglich noch auf folgende Stücke Rückſicht zu nehmen.

1. Durch den Widerſtand der Luft werden die Schwingungen des Pendels, welche im leeren Raume ſich beſtändig gleich bleiben müßten, nach und nach immer kleiner, und verſchwinden zuletzt ganz, ſo daß es in der Vertikallinie ſtill ſtehen bleibt. Der Widerſtand der Luft wird nun deſto größer, je dichter ſelbige, und je größer der Umfang des Pendels iſt, daher kommt es, daß ein Körper von ſpecifiſch ſchwererer Art bey einerley Länge und einerley Umfang ſchneller ſchwingt, als ein Körper von ſpecifiſch leichterer Art. Es wird nemlich dadurch die Dauer des Niederganges etwas länger, weil die widerſtehende Luft das ſchwingende Pendel verzögert, und dadurch verurſachet, daß die Pendelſtange etwas ſpäter in die Vertikallinie kommt; dadurch wird aber auch die Dauer des Aufſteigens des Pendels wieder etwas kürzer, und die Verzögerung des Niederganges und die Verkürzung des Aufganges wird ziemlich gegen einander aufgehoben, ſo daß darauf ſo ſehr nicht Rückſicht genommen werden kann. Allein deſto mehr muß auf den Verluſt der Schwere des Pendels in freyer Luft geſehen werden, weil die Fallhöhe den größten Einfluß auf das Pendel hat. In dieſer verliert es nemlich einen Theil ſeines Gewichtes, und beweget ſich daher mit einem Verluſte ſeiner Schwere. Es muß demnach noch ein Theil zur Länge der beobachteten Länge des einfachen Sekundenpendels hinzugeſetzet werden, um die Länge desjenigen Pendels zu finden, welches im leeren Raume ſchwinget. Die folgenden Lehren werden zeigen, daß ſich dieſer hinzuzuſetzende Theil zur beobachteten Länge des Pendels in freyer Luft verhält, wie das ſpecifiſche Gewicht der Luft zum ſpecifiſchen Gewicht des Körpers, woraus das Pendel verfertiget iſt.

2. Wegen der Abwechſelung der Wärme und Kälte, weil das Pendel durch die Wärme länger, durch die Kälte aber wieder kürzer wird. Aus dieſer Urſache ſind die Schwingungen im Sommer langſamer als im Winter. Man hat daher bey genauen Pendeluhren Pendel aus ver-

verſchiedenen Materien anzuordnen geſucht, welche ſich wechſelſeitig durch Verlängerung oder Verkürzung gegen einander aufheben. Dahin gehören vorzüglich die roſtförmigen Pendeln, welche Graham und Romain angegeben haben. M. ſ. Meſure de la peſenteur in den Oeuvr. de Maupertuis, Lyon 1768. 8. T. IV. p. 336 ſq. und Memoir. de l'Acad. Royal. de Paris 1741. *Muſchenbroek* introduct. ad philoſoph. natur. T. I. §. 675. 676. Gehlers phyſikal. Wörterbuch Theil II. S. 432 u. f.

3. Wegen der Größe der Schwingungsbogen. Denn bey größern Schwingungsbogen wird auch die Zeitdauer des Schwunges merklich größer werden, und die Zeiten können alsdenn nicht mehr in demſelbigen Verhältniſſe ſtehen. Folgende kleine Tabelle zeiget die Zögerungen, welche bey ein und ebendemſelben einfachen Pendel in Vergleich mit dem mathematiſchen Pendel, welches durch unendlich kleine Bogen ſchwingt, entſteht, wenn die Schwingungsbogen größer werden. Die Länge des Pendels iſt übrigens 3 Fuß 8 Lin. Pariſ. Maaß.

Einfacher Schwung			Tägliche Zögerung
Zoll	Linien		Sekunden
0	4	—	0,1
0	8	—	0 5
1	0	—	1,0
1	4	—	1,8
1	8	—	2,8
2	0	—	4,0
2	4	—	5,5
2	8	—	7,1
3	0	—	9,0
3	4	—	11,1 u. ſ.

Man kann dieſe Tabelle leicht ſo fortſetzen, wenn man jedesmal die Zahl der Zolle mit ſich ſelbſt multipliciret, das Produkt giebt ſodann die Sekundenzahl an, die die tägliche Zögerung ausdruckt. Schwingt alſo ein Pendel in einer Breite von 1 Zoll alſo auf jeder Seite 6 Linien, ſo iſt es kein wahres Sekundenpendel mehr, weil es täglich um 1 Sekunde zurückebleibt.

4. Wegen der Wirkung der Centrifugalkraft auf der Erde, welche von der Umdrehung derſelben um ihre Axe erfolget.

get. Denn hierdurch wird die Schwere des Pendels, folglich auch die Länge des einfachen Pendels vermindert. Dieſer Verluſt der Schwere wird deſto gröſser, je näher man dem Aequator kommt, denn alsdenn wird die Fliehkraft der Erde deſto gröſser. Aus dieſem Grunde muß auch das Sekundenpendel bey einerley Länge unter dem Aequator langſamer ſchwingen als gegen die Pole zu, folglich muß es unter dem Aequator kürzer gemacht werden, wenn es gleichzeitig ſchwingen ſoll. Es ſey nemlich a d (Fig. 50.) ein Bogen von 15 Sekunden, welcher unter dem Aequator in einer Zeit von 1 Sekunde durchlaufen wird (M. ſ. meine Anfangsgründe der optiſchen und aſtronomiſchen Wiſſenſchaften, S. 298.). Nun verhält ſich der Halbmeſſer a b des Aequators zur Fliehkraft c d = der Sinus totus zum Querſinus a e von 15 Sekunden. Nach Bouguer und Maupertuis (figure de la terre, Par. 1738.) beträgt der Halbmeſſer des Aequators 3281126,5 Toiſen oder 19686759 Fuß, folglich iſt 19686759 : c d = 1000000000000 : 2644 und daher c d oder die Größe der Fliehkraft $= \frac{19686759 \cdot 2644}{1000000000000} = 0{,}0520518$ Par. Fuß = 7,49546 Linien. Die Kraft der Schwere unter dem Aequator iſt 2164,849 Linien, mithin verhält ſich die Fliehkraft zur Kraft der Schwere = 7,49546 : 2164,849 d. i. wie 1 : 289. Richer lehrte nun im Jahr 1672, daß das Sekundenpendel, welches in Paris ſchwung, auf der Inſel Cayenne um $1\frac{1}{4}$ Linie kürzer ſeyn müſſe, wenn es die nemliche Geſchwindigkeit behalten ſollte. Daraus folgt nun, daß man zu der Länge des Pendels noch etwas wegen der Fliehkraft zuſetzen müſſe. Dieſen zuzuſetzenden Theil findet man, wenn der Bruch $\frac{1}{289}$ mit dem Quadrate des Coſinus der geographiſchen Breite des Ortes multipliciret wird. Man nehme an, der Ort, wo die Länge des Sekundenpendels durch Verſuche beſtimmet worden, liege unter der geographiſchen Breite von 60 Graden, ſo iſt der Coſinus von 60 Graden $= \frac{1}{2}$, und der hinzuzuſetzende Theil zur Länge des Pendels beträgt $\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{289} = \frac{1}{1156} = 0{,}00086505$. M. ſ. *de la Lande* calc. aſtronom. S. 203.

§. 191.

Die Erfahrung lehrt nun noch, daß ungeachtet allen dieſen Verbeſſerungen der Länge des Sekundenpendels daſſelbe an verſchiedenen Orten auf der Erde in Anſehung ihrer Länge nicht gleich groß gefunden werde. Dies beweiſet nun, daß die Fallhöhen in der erſten Sekunde, folglich die Kraft der Schwere an dieſen Orten verſchieden ſeyn müſſe. Weil aber die Verſuche mit dem Pendel beweiſen, wenn es an verſchiedenen Orten gleichzeitig ſchwingen ſoll, daß die Länge deſſelben unter dem Aequator weit geringer ſey, als gegen die Pole hin, ſo folgt auch, daß die Schwere unter dem Aequator geringer als gegen die Pole zu, ſeyn müſſe. Jedoch iſt keinesweges vermöge des vorigen §. n. 4. die ganze Verminderung der Länge des einfachen Pendels gegen den Aequator zu der Verminderung der Schwere zuzuſchreiben, ſondern ein Theil davon verurſachet die Centrifugalkraft der Erde. Weil aber dieſer Theil gefunden werden kann, ſo läßt ſich auch die verminderte Kraft der Schwere gegen den Aequator zu, beſtimmen. Denn alsdenn verhalten ſich die Schweren an den verſchiedenen Oertern wie die Fallhöhen, oder wie die Längen der Sekundenpendel, weil zwiſchen der Größe der Fallhöhe und der Länge des Sekundenpendels an allen Orten einerley Verhältniß ſtatt findet, indem $g : \frac{1}{2} D = \frac{1}{2} \pi^2 : 1$ iſt (§ 187.). Die Länge des einfachen Pendels hat man gefunden

Ort	Breite		Pendelläng. in Linien Par. M.
unter d. Aequator	0°	0′	439,21 — — —
Para —	1	28	439,22 — — —
Jamaica	18	0	439,44 — — —
Paris	48	50	440,57 — — —
London	51	31	440,65 — — —
Leiden	52	9	440,71 — — —
Upſal	59	2	440,91 — — —
Petersburg	59	56	441,02 — — —
Pello	66	48	441,27 — — —

M.

M. ſ. Bodens Kenntniß der Erdkugel. S. 85.

§. 192.

Will man alſo die Fallhöhe eines ſchweren Körpers in einer Sekunde vermittelſt des Sekundenpendels beſtimmen, ſo braucht man nur die Länge des einfachen Sekundenpendels zu wiſſen, und dieſe mit der Zahl 4,9348022 — zu multipliciren, das Produkt wird an dem Orte der Beobachtung die Fallhöhe in einer Sekunde angeben; denn in der Proportion $g : \frac{1}{2} D = \frac{1}{2} \pi^2 : 1 = 4{,}9348022$ — : 1 findet man $g = 4{,}9348022 . \frac{1}{2} D$. Z. B. die Länge des einfachen Sekundenpendels in Paris iſt = 440,57, folglich $g = 4{,}9348022 . 440{,}57 = 2174{,}175$ Linien oder 15,098 Par. Fuß, = 15,625 Rheinl. Fuß, wie oben angegeben iſt. Weil die unmittelbare Meſſung der Länge des Sekundenpendels viel Genauigkeit erfordert, ſo hat man noch ein bequemer Mittel, die Fallhöhe einer Sekunde an jedem andern Orte zu vergleichen. Man braucht nemlich nur ein einziges Pendel von einer genau beſtimmten Länge zu haben, und die ganzen Schwünge deſſelben an jedem Ort in einer gewiſſen Zeit zu zählen z. B. in einer Stunde u. ſ. Man ſetze dieſe Zeit ſey t, und die Anzahl der halben Schwünge = n, ſo iſt die Zeitdauer der halben Schwünge $= \frac{t}{n}$, und man hat

$$\frac{t}{n} = \tfrac{1}{2}\pi \sqrt{\frac{D}{g}}, \text{ folglich } n^2 = \frac{4 g . t^2}{\pi^2 D}$$

Würde nun eben dieſes Pendel an einem andern Orte, wo die Fallhöhe = G iſt, in der Zeit t die Anzahl von N Schwingungen verrichten, folglich die Anzahl derſelben Schwingungen $= \frac{t}{N}$, ſo iſt auch

$$\frac{t}{N} = \tfrac{1}{2}\pi \sqrt{\frac{D}{G}} \text{ und } N = \frac{4 G t^2}{\pi^2 . D}$$

Hieraus ergiebt ſich nun $g : G = n^2 : N^2$ d. h. die Fallhöhen an verſchiedenen Orten verhalten ſich zu einander wie die Quadrate der Schwingungszahlen.

§. 193.

Auch lehret die Erfahrung, daß an ein und ebendemſelben Orte in großen Höhen die Pendel in Anſehung der Länge geringer, als in der Tiefe ſeyn müſſen, wenn ſie gleichzeitig ſchwingen ſollen. Es muß alſo auch die Schwere in höhern Gegenden geringer werden, als ſie in der Tiefe iſt. Bouguer (traité de la figure de terre) fand die Länge des einfachen Sekundenpendels

auf dem Pichincha	2400 Toiſ. hoch	von 0° 13′ Breite	438,89 Par. Lin.
— — Quito	1500 Toiſ. —	— 0° 15′ — —	438,82 — —
— — Quito am Meer	—	— —	439,10 — —

Von dem Betruge einiger Franzoſen, welche gerade das Gegentheil wollen erfahren haben, ſehe man de Lüc Briefe über die Geſchichte der Erde u. ſ. Th. I. 45. Brief.

Siebenter Abſchnitt.

Von den Geſetzen des Stoßes feſter Körper.

§. 194.

Ein Körper ſtößt an einen andern, wenn der erſtere ſich nicht weiter fortbewegen kann, ohne dem andern relativ ruhenden Körper eine Bewegung mitzutheilen, oder auch wohl in der Bewegung des ſchon bewegten Körpers eine Veränderung hervorzubringen. Geſchiehet die Bewegung des Schwerpunktes eines

feſten

feſten Körpers in einer geraden Linie, und es beweget ſich der Schwerpunkt eines andern Körpers in eben der geraden Linie; ſo laſſen ſich alsdenn zwey Fälle unterſcheiden, da der Stoß geſchehen kann; einmal wenn beyde nach gerade entgegengeſetzter Richtung ſich bewegen, und das anderemal, wenn die Geſchwindigkeit des voranlaufenden geringer als die Geſchwindigkeit des nachfolgenden iſt. Man nehme an, der Körper d (Fig. 51.) habe den Weg d a zurückegeleget, wenn der Körper e in c ankommt; und in dieſem Augenblicke berühren beyde Körper einander, ſo kann nach Beſchaffenheit der Körper dieſe Berührung nur in einem einzigen Punkte oder in mehreren Punkten geſchehen. Man ſtelle ſich nun eine Ebene f g vor, welche die Oberflächen der Körper in b berühret, und es ſey durch b eine gerade Linie auf dieſe Ebene ſenkrecht gezogen. Fällt dieſe gerade Linie mit der Richtung der Bewegung beyder Körper zuſammen, ſo ſagt man, beyde Körper ſtoßen gerade aneinander; im entgegengeſetzten Falle aber ſtoßen ſie ſchief aneinander. Wenn beym geraden Stoße die Richtung der Bewegung durch beyder Körper Schwerpunkt geht, ſo heißt der Stoß ein **centraler Stoß**, ſonſt aber ein **eccentriſcher Stoß**.

§. 195.

Wenn alſo die Geſetze des Stoßes der feſten Körper aneinander gehörig erörtert werden ſollen, ſo muß man erſtlich darauf ſehen, auf wie vielerley Art der Stoß geſchehen kann, dies geſchiehet nun auf eine dreyfache Art: 1) zwiſchen einem ſich bewegenden und einem relativ ruhenden, 2) zwiſchen zwey Körpern, welche ſich nach gerade entgegengeſetzter Richtung bewegen, und 3) zwiſchen zwey Körpern, die nach einerley Richtung in der Bewegung begriffen ſind. Nachher muß zweytens darauf Rückſicht genommen

werden, ob der Stoß in allen dieſen Fällen gerade oder ſchief, und ob er ein centraler oder eccentriſcher Stoß ſey.

§. 196.

Sobald beym centralen Stoß die erſte Berührung geſchieht, ſo wird der eine Körper a vermöge ſeiner zurückſtoßenden Kraft der bewegenden Kraft des in Bewegung begriffenen Körpers c widerſtehen, es mag nun der Körper a in relativer Ruhe oder ſelbſt in Bewegung ſeyn. In dieſem Augenblicke aber muß nothwendig die bewegende Kraft des Körpers c eine Verminderung leiden, folglich ſeine Bewegung verzögert werden, dem Körper a aber wird dadurch eine beſchleunigende Bewegung mitgetheilet, indem dem Körper a ein Theil ſeiner Bewegung, welche man ſich in der Richtung, die der Richtung des bewegten Körpers c entgegengeſetzet iſt, vorſtellen muß, beraubet wird. Weil nun beyde Körper urſprünglich elaſtiſch ſind, ſo wird die größte Wirkung des Stoßes alsdenn erfolgen, wenn der Abſtand beyder Schwerpunkte am kleinſten iſt, denn alsdenn iſt die Wirkung und Gegenwirkung am größten.

§. 197.

Weil es in der Natur Körper giebt, welche unmerkliche Elaſticität beweiſen, dagegen andere, welche in einem ſehr hohen Grade ſelbige beſitzen, ſo theilet man auch wohl die Körper in unelaſtiſche und elaſtiſche Körper ein. Dieſe Eintheilung iſt nun freylich eigentlich den Eigenſchaften einer Materie an ſich nicht gemäß. Es kann aber dieſe Eintheilung gar wohl zugelaſſen werden, wenn man überleget, daß mehrentheils die Elaſticität derjenigen Körper, welche ſie in einem hohen Grade beſitzen, nicht urſprüngliche ſondern abgeleitete iſt. In dieſer Rückſicht

ſicht werden alſo auch die Geſetze des Stoßes unelaſtiſcher und elaſtiſcher Körper verſchieden ſeyn müſſen. Wenn der Stoß eines elaſtiſchen Körpers gegen einen andern elaſtiſchen iſt, ſo ſtrebt jeder von dieſem Augenblicke an, ſeine vorige Geſtalt wieder anzunehmen, der voranlaufende vermindert die Geſchwindigkeit des nachfolgenden, der letztere aber vermehrt die Geſchwindigkeit des erſtern noch mehr, bis beyde ihre vorige Figur völlig erhalten haben. Hingegen bey dem Stoße der unelaſtiſchen Körper, wird die Wirkung und Gegenwirkung verurſachen, daß beyde Körper eine gleiche Geſchwindigkeit erlangen, mit welcher ſie ſich alsdenn fortbewegen.

§. 198.

Wenn a und c ein Paar unelaſtiſche Körper ſind, ſo wird beym centralen Stoße der Druck des Körpers c gegen a gerade ſo groß ſeyn, als der Druck des Körpers a gegen c; demnach muß während des Stoßes der Körper c ſo viel von ſeiner bewegenden Kraft verloren haben, als der Körper a erhalten hat, und daraus folget der Satz: Wenn zwey unelaſtiſche Körper aneinander ſtoßen, und nach dem Stoße in einerley Richtung ſich fortbewegen, ſo bleibt die Summe der Bewegungen beyder Körper nach dem Stoße eben ſo groß, als ſie vor dem Stoße war. Bewegen ſich hingegen die Körper e und d nach Richtungen, welche einander gerade entgegengeſetzet ſind, ſo wird beym centralen Stoße dem Körper d während des Stoßes ſo viel bewegende Kraft entzogen als dem Körper e, weil beyde Kräfte entgegengeſetzet ſind, und ſich folglich aufheben; demnach wird nach dem Stoße der Ueberſchuß der größern Bewegung über die kleinere noch eben ſo groß ſeyn, als ſie vor dem Stoße war.

§. 199.

Das erſte Geſetz des centralen Stoßes unelaſtiſcher Körper iſt dieſes: Wenn zwey Körper nach einerley Richtung ſich bewegen, ſo wird nach dem Stoße die Geſchwindigkeit des ſtoßenden kleiner, und die des geſtoßenen größer werden, und die Geſchwindigkeit beyder wird gleich ſeyn der Summe der Quantität der Bewegungen durch die Summe der Gewichte dividiret. Setzt man nemlich die Maſſe des einen Körpers $= M$, deſſen Geſchwindigkeit $= C$, die Maſſe des andern Körpers $= m$, deſſen Geſchwindigkeit $= c$, ſo wird die Größe der Bewegung des erſten Körpers vor dem Stoße $= MC$, und die des andern Körpers mc ſeyn. Da nun beyde Körper nach dem Stoße eine gleiche Geſchwindigkeit erlangen (§. 197.), und die Größe der Bewegung eben ſo groß bleibt, als ſie vor dem Stoße war (§. 198.), ſo ſetze man die gemeinſchaftliche Geſchwindigkeit nach dem Stoße $= x$, und es wird alsdenn die Größe der Bewegung $= x\,(M + m)$; mithin $x\,(M + m) = MC + mc$ und daher $x = \frac{MC + mc}{M + m}$.

§. 200.

Wären die Maſſen gleich groß oder $M = m$, ſo wird $x = \frac{M\,(C + c)}{2\,M} = \frac{1}{2}\,(C + c)$ d. h. beyde Körper würden ſich nach dem Stoße mit der Hälfte der Summe der Geſchwindigkeiten vor dem Stoße fortbewegen.

§. 201.

Das zweyte Geſetz des Stoßes unelaſtiſcher Körper iſt: Wenn die Körper in gerader Richtung ſich gegen einander bewegen, ſo gehen ſie nach dem Stoße in der Richtung desjenigen Körpers fort, welcher die größe-

größere Bewegung hatte, und mit einer gleichen Geſchwindigkeit, welche der Differenz der Größen der Bewegung vor dem Stoße durch die Summe der Maſſen dividiret gleich iſt. Vor dem Stoße ſind nemlich die Größen der Bewegungen beyder Körper MC und mc; iſt nun MC > mc, ſo wird die Größe der Bewegung nach dem Stoße = MC — mc ſeyn müſſen (§. 198.). Weil alſo die Größe der Bewegung Mc um mc vermindert wird, ſo kann nun M nicht mit der Geſchwindigkeit C nach dem Stoße ſich fortbewegen, ſondern es werden beyde Körper M und m die Geſchwindigkeit x erlangen, folglich wird $(M + m)\, x = MC - mc$ ſeyn müſſen. Hieraus erhält man $x = \frac{MC - mc}{M + m}$.

§. 202.

Wäre MC = mc, folglich M = m und C = c oder M : m = c : C, ſo würden nach dem Stoße beyde Körper in Ruhe kommen, denn alsdenn iſt x = o. Wären ferner M = m und die Geſchwindigkeiten ungleich groß, ſo wird $x = \frac{(C - c)\, M}{2M} = \frac{1}{2}(C - c)$ d. h. beyde Körper bewegen ſich nach dem Stoße mit der Hälfte der Differenz der Geſchwindigkeiten vor dem Stoße.

§. 203.

Das dritte Geſetz des Stoßes unelaſtiſcher Körper iſt: Wenn der eine Körper vor dem Stoße in relativer Ruhe geweſen iſt, ſo wird die Geſchwindigkeit beyder Körper nach dem Stoße gleich der Größe der Bewegung des ſtoßenden Körpers durch die Summe der Maſſen dividiret. Wäre nemlich die Maſſe m vor dem Stoße in relativer Ruhe geweſen, ſo wird c als o betrachtet, folglich wird $x = \frac{MC}{M + m}$ (§. 199. 201.).

§. 204.

§. 204.

Wäre M = m d. h. wären beyde Maſſen einander gleich, ſo wird $x = \frac{MC}{2M} = \frac{1}{2} C$ d. h. beyde Körper werden nach dem Stoße mit der Hälfte der Geſchwindigkeit des Körpers M vor dem Stoße ſich fortbewegen.

§. 205.

Das vierte Geſetz des Stoßes unelaſtiſcher Körper iſt: Wenn der eine Körper vor dem Stoße in relativer Reihe iſt, und in Vergleichung mit dem andern unendlich groß, ſo wird die Geſchwindigkeit beyder Körper nach dem Stoße unendlich klein ſeyn, und folglich beyde Körper in relative Ruhe kommen. Iſt nemlich die Maſſe M in relativer Ruhe und gegen die Maſſe m unendlich groß, ſo wird $x = - \frac{mc}{M + m}$ $= - \frac{mc}{M}$, folglich eine unendlich kleine Bewegung nach der Richtung des ſtoßenden Körpers.

Anmerk. Um dieſe Geſetze durch Verſuche zu beſtätigen, kann man ſich in Luft getrockneter Thonkugeln oder Bleykugeln bedienen, welche alsdenn wie die Pendel an die ſogenannte Stoßmaſchine aufgehängt und gegen einander beweget werden. M. ſ. de la percouſſion ou choc des corps in den Oeuvres *de Mariotte*, à la Haye 1740. T. I. Nollet leçons de phyſique T. I. Leç. 4. ſect. 3.

§. 206.

Bey dem centralen Stoße elaſtiſcher Körper leiden dieſelben anfänglich eben die Veränderung wie die unelaſtiſchen. Da aber die Theile beyder Körper durch den Stoß zuſammengedrücket werden, und nachher

her mit eben der Kraft wieder zurückwirken, ſo verurſachen ſie dadurch Veränderungen in den Bewegungen. Bewegen ſich nemlich die beyden elaſtiſchen Körper a und c nach der Richtung ae, ſo werden die Theile der Maſſen an den Stellen des Stoßes geſpannt, rücken alſo dem Mittelpunkt der Schwere näher. Dies dauert ſo lange, bis beyde einerley Geſchwindigkeit erhalten haben, und mit welcher ſie ſich in der Richtung des ſtoßenden fortbewegen würden, wenn ſie unelaſtiſch wären. Jn dem Augenblicke aber, da beyde Maſſen gleiche Geſchwindigkeit erlanget haben, iſt auch der Eindruck der Maſſen am größten geworden, und die zuſammengedruckten Theile ſtreben ſich wieder in den vorigen Zuſtand zu verſetzen. Demnach verurſachet die Elaſticität eine neue Wirkung beyder Maſſen gegen einander. Es ziehen ſich nemlich die geſpannten Theile mit eben der Kraft in die vorige Lage zurück, und die Wiederherſtellung der elaſtiſchen Theile bringen die nemliche Wirkung hervor, welche die Spannung der Theile verurſachte. Es verlieret alſo die Maſſe a von der Zeit der größten Spannung bis zur Zeit der Wiederherſtellung gerade ſo viel von ihrer Bewegung, als ſie ſchon vorher verloren hatte, und die Maſſe c gewinnt in eben der Zeit ſo viele Bewegung, als ſie ſchon vorher gewonnen hatte.

§. 207.

Das erſte Geſetz des Stoßes elaſtiſcher Körper iſt dieſes: Wenn ſich zwey elaſtiſche Körper nach einerley Richtung bewegen, und die Maſſen ſind ungleich groß, ſo behält die größere Maſſe nach dem Stoße eine Geſchwindigkeit, welche entſtehet, wenn man die gedoppelte kleinere Maſſe mit der Differenz der Geſchwindigkeiten vor dem Stoße multipliciret, dieſes Produkt durch die Summe der Maſſen dividiret,

und

und dieſe Differenz von der Geſchindigkeit der größern Maſſe vor dem Stoße ſubtrahiret; die kleinere Maſſe erhält aber die Geſchwindigkeit, welche entſteht, wenn man die gedoppelte größere Maſſe mit der Differenz der Geſchwindigkeiten vor dem Stoße multipliciret, dieſes Produkt durch die Summe der Maſſen dividiret, und dieſen Quotienten zu der Geſchwindigkeit der kleinern Maſſe vor dem Stoße addiret. Iſt nemlich die größere Maſſe M, Geſchwindigkeit C, kleinere Maſſe m und Geſchwindigkeit c, ſo würde die nach dem Stoße erlangte Geſchwindigkeit beyder Körper, wenn ſie unelaſtiſch wären $x = \frac{MC + mc}{M + m}$ seyn (§. 199.). Hieraus erhält man nun $x = C - \frac{m(C - c)}{M + m}$ und auch $x = c + \frac{M(C - c)}{M + m}$, folglich verliert die Maſſe M von ihrer Geſchwindigkeit $\frac{m(C - c)}{M + m}$ und die Maſſe m gewinnt die Geſchwindigkeit $\frac{M(C - c)}{M + m}$. Weil nun alles dies auch bey elaſtiſchen Körpern ſtatt findet, ſo muß auch die elaſtiſche Maſſe M die Geſchwindigkeit $\frac{m(C - c)}{M + m}$ nach dem Stoße verlieren; wegen der Elaſticität aber verliert ſie noch einmal ſo viel, mithin verliert ſie überhaupt $\frac{2m(C - c)}{M + m}$, und die Geſchwindigkeit der Maſſe M nach dem Stoße iſt

$$C - \frac{2m(C - c)}{M + m} \text{ (§. 207.)}$$

Auf eben dieſe Art gewinnt die Maſſe m nach dem Stoße die Geſchwindigkeit $\frac{M(C - c)}{M + m}$, wegen der Elaſticität aber gewinnt ſie noch einmal ſo viel, alſo iſt der

der ganze Gewinn nach dem Stoße $\frac{2M(C-c)}{M+m}$, alſo bleibt ihre Geſchwindigkeit

$$c + \frac{2M(C-c)}{M+m}. \quad (§. 206.)$$

§. 208.

Das zweyte Geſetz des Stoßes elaſtiſcher Körper iſt: Wenn die Bewegung nach einerley Richtung erfolget, und die Maſſen der Körper ſind gleich groß, ſo verwechſeln ſie nach dem Stoße ihre Geſchwindigkeiten, die ſie vor dem Stoße hatten. Setzt man alſo in den Formeln des vorigen §. M ſtatt m, oder umgekehrt, ſo wird die Geſchwindigkeit der Maſſe M nach dem Stoße $= C - \frac{2m(C-c)}{2m} = c$ und die der Maſſe $m = c + \frac{2M(C-c)}{2M} = C$.

§. 209.

Das dritte Geſetz des Stoßes elaſtiſcher Körper iſt: Wenn die kleinere Maſſe in relativer Ruhe iſt, ſo erhält ſie nach dem Stoße die Geſchwindigkeit, welche entſtehet, wenn man die gedoppelte Maſſe mit der Geſchwindigkeit des Körpers vor dem Stoße multipliciret, und dieſes Produkt durch die Summe der Maſſen dividiret; der bewegte Körper behält aber diejenige Geſchwindigkeit, welche entſtehet, wenn man die Differenz der beyden Maſſen mit der Geſchwindigkeit des Körpers vor dem Stoße multipliciret, und dieſes Produkt durch die Summe der Maſſen dividiret. Weil hier nemlich $c = o$ iſt, ſo wird die Geſchwindigkeit der relativ ruhenden Maſſe $m = \frac{2MC}{M+m}$ (§. 207.)

(§. 207.), die Geſchwindigkeit der Maſſe M aber bleibt

$$C - \frac{2mC}{M+m} = \frac{CM+Cm-2Cm}{M+m} = \frac{(M-m)C}{M+m}$$

(§. 207.)

§. 210.

Das vierte Geſetz des Stoßes elaſtiſcher Körper iſt: Wenn die eine Maſſe in relativer Ruhe iſt, die Gewichte beyder Maſſen einander aber gleich, ſo erhält der geſtoßene Körper die Geſchwindigkeit des ſtoßenden und dieſer kommt in relative Ruhe. Da nemlich $c = o$ iſt, und $m = M$, ſo hat man die Geſchwindigkeit des ſtoßenden Körpers

$$C - \frac{2mC}{2m} = C - C = o$$

im Gegentheil iſt die Geſchwindigkeit des geſtoßenen

$$\frac{2MC}{2M} = C \text{ (§. 207.)}$$

§. 211.

Das fünfte Geſetz iſt: Wenn die relativ ruhende Maſſe in Vergleichung mit der bewegten unendlich groß iſt, ſo ſpringt der ſtoßende mit eben der Geſchwindigkeit zurück, als er anſtieß. Wäre die Maſſe m gegen M unendlich groß und $c = o$, ſo wird die Geſchwindigkeit der Maſſe M nach dem Stoße

$$C - \frac{2\infty C}{\infty + m} = C - 2C = -C$$

und die Geſchwindigkeit der Maſſe m

$$\frac{2MC}{M+\infty} = o \text{ oder unendlich klein.}$$

§. 212.

Das ſechſte Geſetz iſt: Wenn ſich zwey Körper in gerader Richtung gegen einander bewegen, ſo wird

wird die Geſchwindigkeit der größern Maſſe ſo groß, als die Differenz ihrer Geſchwindigkeit vor dem Stoße und dem Quotienten des Produktes der doppelten kleinern Maſſe mit der Summe der Geſchwindigkeiten vor dem Stoße durch die Summe der Maſſen dividiret, im Gegentheil wird die Geſchwindigkeit der kleinern Maſſe der Differenz vom Quotienten des Produktes der doppelten größern Maſſe in die Summe der Geſchwindigkeiten vor dem Stoße durch die Summe der Maſſe dividiret und der Geſchwindigkeit der kleinern Maſſe gleich. Wenn nemlich die Maſſe m der Maſſe M entgegenkommt, ſo kann nun c negativ betrachtet werden, und es laſſen ſich hier eben die Formeln, welche im §. 207. gefunden ſind, anwenden. Man hat alſo die Geſchwindigkeit der Maſſe m nach dem Stoße

$$\frac{2M(C+c)}{M+m} - c$$

und die Geſchwindigkeit der Maſſe M

$$C - \frac{2m(C+c)}{M+m}.$$

§. 213.

Das ſiebente Geſetz iſt: Wenn die eine elaſtiſche Maſſe der andern entgegen kommt und zwar mit gleicher Geſchwindigkeit, ſo wird die Geſchwindigkeit der größern Maſſe dem Quotienten aus dem Produkte ihrer Geſchwindigkeit vor dem Stoße mit der Differenz der Maſſe und der dreyfachen kleinern Maſſe durch die Summe der Maſſen gleich; die Geſchwindigkeit der kleinern Maſſe aber wird dem Quotienten des Produktes aus der Differenz der dreyfachen gröſſern Maſſen und der kleinern in die Geſchwindigkeit vor

dem Stoße durch die Summe der Maſſen dividiret, gleich. Setzt man nemlich in den Formeln des vorigen §. allenthalben C ſtatt c, ſo wird die Geſchwindigkeit der Maſſe m nach dem Stoße

$$\frac{4\,MC}{M+m} - C = \frac{4\,MC - MC - mC}{M+m} = \frac{(3\,M - m)\,C}{M+m}$$

und die Geſchwindigkeit der Maſſe M

$$C - \frac{4\,mC}{M+m} = \frac{MC - 4\,mC + mC}{M+m} = \frac{(M - 3\,m)\,C}{M+m}.$$

Wäre hier $M > 3\,m$, ſo wird der Bruch $\frac{(M - 3m)\,C}{M+m}$ poſitiv, und die Maſſe M muß nach dem Stoße in eben der Richtung fortgehen; iſt aber $M = 3\,m$, ſo wird der Bruch $= 0$, und die Maſſe M wird nach dem Stoße in relative Ruhe kommen; wäre endlich $M < 3\,m$, ſo wird der Bruch negativ, und M muß zurücke gehen.

§. 214.

Das achte Geſetz iſt: Wenn beyde Maſſen gleich groß ſind, und ſich nach entgegengeſetzter Richtung bewegen, ſo verwechſeln beyde Maſſen nach dem Stoße ihre Geſchwindigkeiten und bewegen ſich nach entgegengeſetzter Richtung. Setzt man in den Formeln des §. 212. allenthalben M ſtatt m, ſo wird die Geſchwindigkeit der Maſſe m nach dem Stoß

$$\frac{2\,M\,(C+c)}{2\,M} - c = C + c - c = +C$$

und die Geſchwindigkeit der Maſſe M

$$C - \frac{2\,m\,(C+c)}{2\,m} = C - C - c = -c.$$

§. 215.

Das neunte Geſetz iſt: Wenn beyde Maſſen nicht nur gleich groß, ſondern auch mit gleichen Geſchwin-

ſchwindigkeiten gegen einander laufen, ſo geht die eine Maſſe mit der anfänglichen Geſchwindigkeit zurück, die andere aber läuft in der Richtung des erſtern mit eben der Geſchwindigkeit fort. Setzt man in den Formeln M ſtatt m, und C ſtatt c, ſo wird die Geſchwindigkeit der Maſſe m nach dem Stoße

$$\frac{2 M. 2 C}{2 M} - C = 2C - C = + C$$

und die Geſchwindigkeit der Maſſe M

$$C - \frac{2 m. 2C}{2 m} = C - 2C = - C.$$

§. 216.

Aus dieſen Sätzen, wenn ſie gehörig mit einander verbunden werden, laſſen ſich nachfolgende beyde wichtige Sätze herleiten:

1. Die relative Geſchwindigkeit zweyer ſowohl nach einerley Richtung als auch nach einander entgegengeſetzter Richtung ſich bewegender elaſtiſcher Körper muß nach dem Stoße noch eben ſo groß ſeyn, als ſie vor dem Stoße war.
2. Die Summe der Produkte aus einer jeden Maſſe mit dem Quadrate ihrer Geſchwindigkeit multipliciret, bleibt nach dem Stoße eben ſo groß, als vor demſelben.

Anmerk. Dieſen letzten Satz nannte Johann Bernoulli den Grundſatz der Erhaltung lebendiger Kräfte. Er ſuchte nemlich zu beweiſen, daß die Größe der Bewegung bewegter Körper aus dem Produkte der Maſſe in das Quadrat der Geſchwindigkeit zu ſchätzen ſey. M. ſ. Joh. Bernoulli Abhandl. de vera notione virium vivarum in ſein. oper. T. III. num. 145. Zur Vertheidigung dieſes Satzes veranlaßte ihn vorzüglich der Herr von Leibnitz (brevis demonſtratio erroris memorabilis Carteſii et aliorum in Act. erud. Lipſ. a 1686.

 menſ.

menſ. Mart. p. 161 ſqq.) welcher behauptete, daß das Maaß der Kräfte das Produkt der Maſſe in das Quadrat der Geſchwindigkeit ſey. Dagegen ſollte nach Descartes und ſeinen Anhängern das Maaß der Kräfte das Produkt der Maſſen in die Geſchwindigkeit ſeyn. Den ganzen Streit findet man kurz in Gehlers phyſikaliſchem Wörterbuche Theil II. S. 803. und vollſtändig und ſchön auseinander geſetzt in einer Schrift von Imman. Kant Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte, und Beurtheilung der Beweiſe, derer ſich Herr von Leibnitz und andere Mechaniker in dieſer Streitſache bedienet haben. Königsberg 1746. 8.

§. 217.

Wenn mehrere Maſſen hinter einander liegen, welche von einer andern Maſſe nicht unmittelbar, ſondern nur mittelbar durch dazwiſchen liegende geſtoßen werden, ſo kann man einen jeden als einen ſtoßenden und geſtoßenen betrachten, und die daher erfolgte Wirkung nach den bisher beſtimmten Geſetzen des Stoßes beurtheilen. Iſt z. B. eine Reihe von gleich großen elaſtiſchen Kugeln aneinander ſo aufgehängt, daß ſie alle einen centralen Stoß erhalten können, ſo pflanzt ſich der Stoß durch dieſe Reihe von Kugeln bis zur letzten fort, welche ſich mit eben der Geſchwindigkeit fortbeweget, womit die erſtere den Stoß verrichtete, alle übrige dazwiſchen liegende werden in relativer Ruhe bleiben.

§. 218.

Wenn ein elaſtiſcher Körper auf einen unelaſtiſchen unbeweglichen ſenkrecht ſtößt, ſo wird er von ſelbigem abſpringen und zwar mit eben der Geſchwindigkeit, als er anſtieß. Eben dieſer Erfolg wird ſich

zeigen, wenn ein unelaſtiſcher Körper an einem elaſtiſchen unbeweglichen einen Stoß ausübet; es wird nemlich dieſer mit eben der Geſchwindigkeit wieder abſpringen, als er anſtieß.

§. 219.

Stößt ein elaſtiſcher Körper c (Fig. 52.) gegen eine unbewegliche unelaſtiſche Fläche ef, oder umgekehrt ein unelaſtiſcher Körper gegen eine elaſtiſche Fläche unter dem Winkel caf ſchief, ſo prallt er mit entgegengeſetzter Richtung zurück, und zwar unter eben dem Winkel als er anſtieß. Die Kraft nemlich, womit er nach der Richtung ca geſtoßen wird, läßt ſich in zwey Seitenkräfte zerlegen, die eine nach der Richtung cf auf die Fläche ef ſenkrecht, und die andere nach der Richtung cb mit ef parallel. Da nun die eine Seitenkraft nach der Richtung cf allein wirkſam iſt, ſo wird er auch mit dieſer an die unbewegliche Fläche ſtoßen. Vermöge dieſes Stoßes erhält er aber wegen der Elaſticität eine eben ſo große Kraft, in der angeſtoßenen Richtung wieder zurückzugehen. Weil aber die Kraft nach der mit ef parallelen Richtung bc = ae noch keinen Widerſtand gefunden, folglich noch ungeſchwächt iſt, ſo wird der Körper wiederum nach dem Stoße von zweyen Kräften zur Bewegung angetrieben, nemlich durch ab und ae; er muß folglich durch die Diagonale ad ſich bewegen. Nun iſt ae = af, de = cf und der Winkel dea = cfa, folglich das Dreyeck ead = acf und daher der Winkel ead = caf. Aus eben dem Grunde muß auch der Winkel bac = dab ſeyn.

§. 220.

Es wird nun ungemein leicht ſeyn, die Geſetze des eccentriſchen Stoßes zweyer Körper gegen einander aufzufinden, wofern nicht etwa die Körper noch vor

 dem

dem Stoße auſſer der Bewegung, welche alle Theile eines jeden dieſer Körper mit ſeinem Schwerpunkte gemein haben, noch um ihren Schwerpunkt auf mancherley Art umlaufen, welches ſchon mehr verwickelte Unterſuchungen erfordert, die hier gar nicht angeſtellet werden können. Es genüget, nur ein einziges Beyſpiel von dem eccentriſchen Stoße anzuführen. Es bewegen ſich zwey elaſtiſche Kugeln M und m (Fig. 53.) nach den Richtungen ax und lt, welche unter ſich parallel ſind; die Geſchwindigkeit der erſtern werde durch ac und die der andern durch lk ausgedruckt, ſo findet man die Geſchwindigkeit und Richtung beyder Kugeln nach dem Stoße folgendermaßen: Es ſey i die Stelle des Stoßes, durch dieſe und durch die Mittelpunkte der Schwere beyder Kugeln ziehe man die gerade Linie bſ, ferner ziehe man durch i die Linie po auf bſ ſenkrecht, welche die Ebene vorſtellet, gegen welche der Stoß gerichtet iſt. Nun nehme man ed mit po parallel, ziehe aus a die Linie ad mit bſ und ab mit cd parallel, ſo zerleget ſich die Geſchwindigkeit ac in die beyden Geſchwindigkeiten ad und ab. Auf eben dieſe Weiſe ziehe man qn mit po, und aus l die Linie ln mit ſb und lh mit kn parallel, ſo ſtellen ebenfalls ln und lh die beyden Seitengeſchwindigkeiten der Maſſe m vor. Es iſt demnach die Größe der Bewegung ac. M zuſammengeſetzet, aus beyden Größen cb. M und ab. M, und die Größe der Bewegung kl. m iſt zuſammengeſetzt aus den Größen hk. m und lh. m. Wären nun die beyden Bewegungen cb. M und hk. m allein vorhanden, ſo würden beyde Körper nach dem Stoße in der Richtung bſ fortgehen, und zwar m nach kſ und M nach cg, ſo daß

$$cg = cb - \frac{2m(cb - hk)}{M + m}$$ und

$$kf = hk + \frac{2M(cb - hk)}{M + m}$$ (§. 207.)

gefunden werden. Da aber die Größe der Bewegung cd.M = ab.M den Körper M durch ce, und die Größe der Bewegung nk.m = lh.m durch kq zu laufen zwingen würde, ſo wird der Körper M den Weg ge, oder die Diagonale des Parallelogramms cefg, und der Körper m den Weg kr d. i. die Diagonale des Parallelogramms kqrf durchlaufen.

M. ſ. Karſtens Lehrbegriff der geſammten Wiſſenſchaften Theil IV. Abſchn. XV. XVI. XVII. XVIII. Deſſen Anfangsgründe der Naturlehre Abſchn. VI. Gehlers phyſikaliſch. Wörterbuch, Theil IV. S. 213. u. f. *Car. Scherffer* inſtitutiones phyſicae P. I. Vindob. 1763. 8. S. 136. u. f.

Achter Abſchnitt.

Von dem Gleichgewichte und der Bewegung flüſſiger Körper.

§. 221.

Die flüſſigen Materien ſind ebenfalls wie die feſten Körper den Geſetzen der Schwere unterworfen, nur unterſcheiden ſie ſich von dieſen darin, daß auch in ihren kleinſten Theilen nicht die mindeſte Reibung ſtatt finden, folglich dieſelben unter ſich eben ſo beweglich ſind wie im leeren Raume. Wenn demnach ein Theil oder etliche Theile einer flüſſigen Materie durch

eine bewegende Kraft zur Bewegung angetrieben werden, ſo können auch dieſe Theile allein beweget werden, ohne daß die ganze flüſſige Materie in Bewegung kommt. Daher können auch zwey Kräfte, welche an zweyen verſchiedenen Theilchen einer flüſſigen Materie nach gerade entgegengeſetzten Richtungen wirken, einander nicht im Gleichgewichte erhalten; es wäre denn, daß auf irgend eine Art verhindert würde, daß die dazwiſchen liegenden Theilchen nicht ausweichen könnten.

§. 222.

Wenn irgend ein Gefäß mit Waſſer angefüllet worden, ſo kann es nicht eher ins Gleichgewicht kommen, bis die Oberfläche deſſelben völlig eben und horizontal iſt. Nimmt man nemlich an, daß über der Oberfläche ein Theil erhöhet wäre, ſo drucken die Theilchen deſſelben vermöge ihrer Schwere die unter ihnen liegenden. Dieſe ſuchen durch den erhaltenen Druck nach allen Seiten auszuweichen, und beſtreben ſich daher die anliegenden Theilchen fortzuſchieben. Weil nun die Theilchen der ganzen flüſſigen Maſſe durch die geringſte Kraft, weil ſie keine Reibung unter ſich leiden, verſchoben werden können, ſo werden auch die Theilchen, welche in dem über der Oberfläche erhöheten Theil zu gedenken ſind, die angränzenden in die Höhe treiben, und dieſe Bewegung wird ſo lange fortdauern bis die Theilchen des Waſſers in eine ſolche Lage gekommen ſind, daß der Druck derſelben mit dem Gegendruck der angränzenden im Gleichgewicht iſt. Dies Gleichgewicht iſt aber da, wenn der erhöhete Theil völlig zerfloſſen, folglich die Waſſerfläche eben und horizontal iſt.

§. 223.

Es folgt daher, daß ein jeder Theil einer flüſſigen Materie von dem darüber und darunter liegenden

den Theile eben ſo ſtark gedruckt wird, als er ſelbſt die darüber und darunter ſtehenden Theile druckt. Man kann alſo auch die flüſſige Materie ſo erklären, daß ein jeder Theil nach allen Richtungen mit eben derſelben Kraft ſich zu bewegen trachtet, womit er nach irgend einer gedruckt wird. Dies ſind vorzüglich die Merkmale einer flüſſigen Materie, wodurch ſie von einer Anhäuffung von feſten Körperchen, wie z. B. Sand unterſchieden werden kann. Uebrigens iſt es zwar nicht nothwendig, und iſt auch ſelbſt dem Begriffe der Flüſſigkeit entgegen, unter den Theilen einer flüſſigen Materie eine ſtete Bewegung anzunehmen, wie einige Naturforſcher angenommen haben. M. ſ. Joh. Ernſt Baſil. Wiedeburg Einleitung in die phyſiſch-mathematiſche Koſmologie. Gotha 1776. 8. S. 25. Vielmehr muß nach dem richtigen Begriff einer flüſſigen Materie angenommen werden, daß ein jeder Theil, wenn ſie in Ruhe iſt, durch ſeine eigene Schwere und durch den Gegendruck aller übrigen Theile an ſeinem Orte erhalten werde.

§. 224.

Man ſtelle ſich vor, daß ein gewiſſer Theil des in Ruhe befindlichen Waſſers in Gränzen dgh (Fig 54.) auf der einen und klm auf der andern Seite eingeſchloſſen ſey. Das kleine Stück ef der eingebildeten Gränze, welche das eingeſchloſſene Waſſer von dem äuſſern abſondert, wird verſchiedentlich von dem innern und äuſſern Waſſer gedruckt werden; nichts wird aber ef aus ſeiner Stelle treiben können, weil die ganze flüſſige Materie in Ruhe iſt. Man kann alſo annehmen, daß der Druck des eingeſchloſſenen Waſſers gegen ef, alſo auch der Gegendruck des äuſſern Waſſers gegen ef ſenkrecht ſey, und jener dieſem gleich ſeyn müſſe. Wäre ef ein feſtes Ele-

men-

mentartheilchen, ſo würde ebenfalls ſelbiges auf beyden Seiten den Druck des Waſſers aushalten, und es würde wie zuvor unverändert an ſeinem Orte verbleiben. Es muß daher auch die Wirkung der Theile der flüſſigen Materie gegen einander eben ſo wie vorher ſeyn. Wenn auf dieſe Weiſe die ganze vorgeſtellte Gränze dgh aus lauter feſten Elementartheilchen beſtünde, welche unter einander nicht verbunden ſind, ſo würde auch dieſes in Anſehung des Drucks der flüſſigen Materie gegen einander gar keine Aenderung machen, folglich würde auch die Geſtalt der Gränze auf keine Weiſe geändert. Wären ſelbſt die feſten Elementartheilchen unter einander verbunden, ſo würden auch hier die Theile des Waſſers auf die nemliche Art gegen einander wirken. Demnach könnte man den Druck des äuſſern Waſſers wegnehmen, und es würde im innern Waſſer gar keine Veränderung vorgehen, wenn nur die Gränze feſt genug iſt, ſelbiges zu erhalten. Weil ſich nun alles dieſes auch auf klmi anwenden läßt, ſo ſieht man leicht, daß in dem innern Waſſer gar nichts geändert wird, wenn dghimlk eine feſte Röhre iſt. Die Wände der feſten Röhre thun nemlich eben das, was der Druck des äuſſern Waſſers thut, nur mit dem Unterſchiede, daß jene nicht wie dieſes gegen das in der Röhre befindliche Waſſer drucken, ſondern nur verurſachen, daß das innere Waſſer gar keiner Veränderung unterworfen iſt, ob es gleich noch eben ſo genau ſelbige druckt, als es gegen das äuſſere Waſſer druckte.

§. 225.

Hieraus folgt nun das allgemeine Geſetz ſchwerer flüſſiger Materien: Gleichartige Flüſſigkeiten ſtehen in den Schenkeln gebogener Röhren von jeder Geſtalt, Lage und Weite derſelben gleich hoch, und kön-

können nur in denſelbigen alsdenn zur Ruhe kommen, wenn ihre Oberflächen in beyden Schenkeln in einerley waagrechten Ebene ſtehen.

§. 226.

Wenn die Schenkel einer gebogenen Röhre gleich weit ſind, ſo müßte die Flüſſigkeit, welche in dem einen Schenkel ſteiget, in dem andern Schenkel in der nemlichen Zeit eben ſo tief ſinken, und die flüſſige Materie würde in beyden Schenkeln eine gleiche Größe der Bewegung haben. Aber gleiche Größen von Bewegungen heben ſich gegen einander auf, folglich kann auch die Flüſſigkeit in dem einen Schenkel nicht höher als in dem andern ſtehen, und die Flüſſigkeit wird in gleich weiten Schenkeln einer Röhre nicht eher in Ruhe kommen können, bis ihre Oberfläche in einerley waagrechten Ebene ſtehet. Auch dies läßt ſich bey Schenkeln von ungleichen Weiten einer gebogenen Röhre beweiſen. Geſetzt der eine Schenkel hätte eine ſechsmal größere Grundfläche als der andere, ſo wird in jenem die ſechsfache Maſſe in eben der Zeit um einen einfachen Raum herabſinken wenn ſie in dem andern Schenkel in einen ſechsfachen höhern Raum hinaufſteiget. Fällt z. B. in dem weiten Schenkel die Flüſſigkeit um einen Zoll, ſo ſteigt ſie in eben der Zeit in dem andern Schenkel 6 Zoll in die Höhe; demnach ſind die Geſchwindigkeiten in einem verkehrten Verhältniß der Maſſen, und haben daher gleiche Größe der Bewegung, welche ſich nun eben ſo wie bey gleichweiten Schenkeln gegen einander aufheben müſſen. Daraus folgt, daß einerley Flüſſigkeit auch in zweyen Schenkeln von ungleicher Weite nicht eher ins Gleichgewicht kommen kann, bis die Oberfläche derſelben völlig in einerley horizontalen Ebene lieget.

Anmerk. Die bisherigen Sätze von der flüſſigen Materie beweiſen hinlänglich die Verſchiebbarkeit der Theile derſelben. Denn würde nur die mindeſte Reibung der Theile der flüſſigen Materie ſtatt finden, ſo müßte auch einmal eine Höhe der Röhren gefunden werden können, bey welcher eine ſehr kleine Quantität der Flüſſigkeit in die engere Röhre gegoſſen die in der weitern nicht aus ſeiner Lage verrücken, mithin die Flüſſigkeit in der engern Röhre höher ſtehen, als in der weitern, weil die untern Theile bey einem ſo großen Drucke derſelben unter einander nicht mehr durch eine ſo kleine bewegende Kraft, als das Gewicht der geringen Flüſſigkeit iſt, verſchoben werden könnten.

§. 227.

Wenn ein gerades cylindriſches oder prismatiſches Gefäß voll Waſſer geſchüttet wird, ſo leidet der Boden deſſelben einen Druck, welcher dem ganzen Gewichte des im Gefäße befindlichen Waſſers gleich iſt. Man findet alſo ſehr leicht das Gewicht eines ſolchen Waſſerkörpers, wenn man die Grundfläche deſſelben mit der Höhe multipliciret und dieſes Produkt noch mit dem Gewicht eines Cubikfußes oder Cubikzolles des Waſſers multipliciret, nachdem der körperliche Inhalt des Waſſerkörpers in Cubikfüßen oder Cubikzollen gefunden iſt.

Anmerk. Ein Rheinländiſcher Cubikfuß Waſſer wiegt im köllniſchen Gewichte 66 Pfund und ein Duodecimalcubikzoll 266 Grän, ein Decimalcubikzoll aber 506 Grän.

§. 228.

Würde mit dem Boden b c des cylindriſchen oder prismatiſchen Gefäßes a b c d (Fig. 55.) die Röhre

e f b c

e f b c verbunden, und Waſſer in ſelbige geſchüttet, ſo daß die Oberfläche deſſelben e f in der erweiterten horizontalen Ebene a d befindlich iſt; ſo druckt auch dieſes den Boden b c eben ſo ſtark, als die Waſſerſäule a b c d denſelben druckt. Verbindet man mit dem Boden b c noch eine andere Röhre h b c g, in welche ebenfalls Waſſer bis zur horizontalen Oberfläche e g geſchüttet worden, ſo druckt auch dieſes gegen c b eben ſo ſtark, als es die Waſſerſäule a b c d thut. Wenn alſo ein Gefäß, von welcher Geſtalt es auch ſey, einen horizontalen ebenen Boden hat, ſo iſt der Druck des Waſſers, welchen dieſer Boden leidet, allemal ſo groß als das Gewicht einer Waſſerſäule, deren Grundfläche dem Boden des Gefäßes, und deren Höhe der lothrechten Höhe des Waſſers bis zum Waſſerſpiegel im Gefäße gleich iſt.

§. 229.

Mit wenig Waſſer kann man alſo einen ſehr ſtarken Druck zuwege bringen. Es ſey nemlich a b e (Fig. 56.) eine enge ſenkrechte Röhre, welche mit einer kurzen aber ſehr weiten h g f verbunden iſt, ſo daß aus der einen in die andere frey Waſſer treten kann. Wird nun die Röhre h g f voll Waſſer geſchüttet, ſo wird es auch, wenn alles ruhig iſt, in der engen Röhre eben ſo hoch ſtehen. Verſchließt man nun die weite Röhre mit einem Deckel h g, und ſchüttet die enge Röhre bis zur Höhe a b oder noch höher mit Waſſer voll, ſo wird der Deckel h g einem Drucke ausgeſetzet ſeyn, welcher dem Gewicht einer geraden Waſſerſäule gleich iſt, deren Grundfläche = h g und deren Höhe = b d = i h.

Auf dieſen Gründen beruhet

1. Wolfs anatomiſcher Heber. M. ſ. deſſen nützliche Verſuche Th. I. 3 Kap. §. 58.

2. S'Graveſands follis hydroſtaticus. M. ſ. *s'Graveſand* phyſices elementa mathematica. §. 729. *Krafft* praelection. phyſic. T. II. §. 99.

§. 230.

Wenn in irgend einem Gefäße Waſſer ſich befindet, ſo leidet ein jedes Element der Seitenwand deſſelben einen ſenkrechten Druck, welcher ſo groß iſt, als das Gewicht einer Waſſerſäule, deren Grundfläche dem gedruckten Elemente gleich, und deren Höhe ſo groß als die Entfernung des Elementes von der Oberfläche des Waſſers iſt. Es ſey a e h b (Fig. 57.) ein Gefäß von willkührlicher Geſtalt, welches bis a b voll Waſſer gefüllet iſt, ſo kann man ſich vorſtellen, daß von auſſen eine Röhre, deren Weite dem Elemente an der Seitenwand des Gefäßes gleich iſt, auf die Wand des Gefäßes ſenkrecht geſetzet worden, welche ſich bis an die Oberfläche des Waſſers im Gefäße erſtreckt. Eine ſolche Röhre kann nun vorzüglich drey Lagen haben; ſie kann nemlich erſtlich über dem Horizont, zweytens mit dem Horizont parallel und drittens unter dem Horizont liegen. In Anſehung des erſten Falles ſey c d ſenkrecht auf die äuſſere Fläche des Gefäßes geſetzet, ſo kann das Waſſer in dieſer Röhre nicht in Ruhe kommen, als bis es zur erweiterten Horizontalfläche des Waſſers a b geſtiegen iſt; alsdenn leidet aber das Element c einen Druck, welcher dem Gewichte einer Waſſerſäule gleich iſt, deren Grundfläche ſo groß als das Element, und deren Höhe der Höhe des Elementes von der Oberfläche des Waſſers gleich iſt; aber eben ſo groß iſt auch der Gegendruck des Waſſers im Gefäße; folglich muß auch das Element c einen ſo großen Druck ausſtehen. In Anſehung des zweyten Falles ſey e g mit dem Horizonte parallel, und auf der Seite des Gefäßes ſenkrecht, dieſe Röhre ſey noch mit der ſenkrech-

ten

ten g f verbunden, ſo daß die ganze Röhre f g e die Weite des Elementes e beſitzet. Wenn nun das Waſſer aus dem Gefäße in dieſe Röhre treten kann, ſo wird das Waſſer alsdenn in Ruhe ſeyn, wenn es in der Röhre in der horizontalen Ebene f b ſich befindet. Man ſtelle ſich die horizontale Grundfläche bey g vor, ſo leidet g einen Druck, welcher der Waſſerſäule g f gleich iſt. Soll nun g nicht weichen, ſo muß es einen eben ſo ſtarken Gegendruck ausſtehen, als es unterwärts druckt; das Waſſer in der horizontalen Röhre g e iſt für ſich nicht vermögend einen ſo ſtarken Gegendruck auszuüben, aber wohl einen leidenden Druck fortzupflanzen. Nun iſt kein ſolcher Druck zu gedenken, auſſer demjenigen, welchen es bey e von dem innern Waſſer leidet; dieſer Druck muß alſo durch die horizontale Röhre e g fortgeführet werden, und gegen g eben ſo ſtark entgegen drücken, als das Waſſer über g unterwärts druckt. In Anſehung des dritten Falles ſey die Röhre h m i auf der Wand des Gefäßes ſenkrecht, und mit der ſenkrechten Röhre i k verbunden. Wenn nun i mit dem Elemente h in einerley horizontalen Ebene liegt, ſo leidet i einen Druck, welcher dem Gewicht des Waſſers über i bis zur horizontalen Ebene a k gleich iſt. Soll nun i nicht weichen, ſo muß es auch einen eben ſo großen Gegendruck nach unten ausſtehen. Dieſer Gegendruck wird eben ſo wie im zweyten Falle von dem Drucke des im Gefäße befindlichen Waſſers gegen das Element h durch die Röhre h m i fortgepflanzet.

§. 231.

Wenn der Boden eines Gefäßes waagrecht iſt, ſo leidet derſelbe einen von dem in ſelbigen befindlichen Waſſer gleichförmig darüber vertheilten Druck. Man gedenke ſich nemlich den Boden in ſeine Elemente getheilet vor, ſo ſtehet ein jedes Element wie

f (Fig. 58.) einen Druck aus, welcher dem Gewichte einer Waſſerſäule gleich iſt, deren Grundfläche ſo groß als das Element, und deren Höhe der Höhe des Elementes bis zur Oberfläche des Waſſers gleich iſt. Es ſey die ganze Waſſermaſſe abcd mittelſt der waagrechten Ebenen kl, mn, op u. ſ. in mehrere Schichten von unendlich kleinen Höhen eingetheilet, ſo leidet jeder Schnitt wie i, h, g u. ſ. von den in der Röhre ef darüber ſtehenden Waſſertheilchen für ſich einen Druck, welcher von ihren Gewichten herrühret. Ein jeder ſolcher Druck aber pflanzt ſich gegen den nächſtfolgenden Queerſchnitt nach dem Geſetz der Stetigkeit fort, und vermehrt den Druck, welchen h für ſich ſchon hatte wegen des Gewichtes der darüber liegenden Waſſertheilchen. Es leidet nemlich h nun einen Druck, welcher dem Gewichte einer Waſſerſäule gleich iſt, deren Grundfläche dem Elemente h gleich iſt, und deren Höhe $= hi + ie$. Es muß folglich der Druck des Waſſers gegen ein Theilchen der innern Wand des Gefäßes deſto größer werden, je tiefer es unter der Oberfläche des Waſſers lieget.

§. 232.

Es ſey afpq (Fig. 59.) ein Gefäß von willkührlicher Geſtalt, welches bis zur Höhe aq voll Waſſer geſchüttet worden. Man nehme ein ſehr kleines Stück df an der innern Wand des Gefäßes an, welches alſo, wenn es ſehr ſchmal iſt, als eine gerade Linie betrachtet werden kann. Dieſes Element df leidet von dem innern Waſſer einen ſenkrechten Druck nach der Richtung dg, und wenn $dg = dn =$ der ſenkrechten Höhe des Elementes df von dem obern Waſſerſpiegel, ſo iſt dieſer Druck ſo groß, als das Gewicht einer Waſſerſäule, deren körperlicher Inhalt $= df \cdot dg$ iſt. Es ſey ferner di lothrecht und dh waagrecht, auch auſſerdem hg mit di und ig mit hd paral-

parallel, und es zerlegt ſich der ſenkrechte Druck nach der Richtung g d in die beyden Seitendrücke nach den Richtungen d i und d h, und es verhält ſich der ſenkrechte Druck nach der Richtung g d, zum vertikalen Druck nach der Richtung d i = g d : d i. Durch d ziehe man nun noch d e auf e f ſenkrecht, ſo iſt das Dreyeck g d i ähnlich dem Dreyecke d f e, folglich verhält ſich d g : d i = d f : d e, und daher der ſenkrechte Druck nach g d zu dem vertikalen nach d i = d f : d e. Weil nun der auf e f ſenkrechte Druck = d f. d g ſo hat man auch d f : d e = d f. d g : dem ſenkrechten Druck nach der Richtung d i, alſo iſt dieſer Druck = d e. d g = d e. d n, weil d g = d n. Zieht man ferner auf das Element b c die ſenkrechte Linie b k = b n, und verzeichnet das Parallellogramm k l b m, ſo iſt der Druck gegen b c ſo groß, als das Gewicht einer Waſſerſäule, deren körperlicher Inhalt = b c. b k iſt. Daraus entſteht nun gegen die innere Wand des Gefäßes ein lothrecht aufwärts gerichteter Druck, welcher dem Gewichte einer Waſſerſäule gleich iſt, deren körperlicher Inhalt = b o. b k. Dieſer Druck vermindert alſo den vorhin gefundenen lothrechten Druck nach der Richtung d i, und man findet daher den geſammten Druck, womit a f vertikal gepreßt wird, dem Gewichte einer Waſſerſäule gleich, deren körperliche Inhalt = d e. d g — b o. b k = d e. d b und dies iſt der Inhalt der Säule b o e d. Weil aber d f und b c ſo klein hier angenommen werden können, daß die Säule b o e d von der Säule c b d f in nichts verſchieden iſt, ſo ſieht man ein, daß der lothrechte Druck, welchen das Element d f von dem innern Waſſer ausſtehen muß, dem Gewicht der Säyle d b c f gleich iſt. Weil nun die ganze Waſſermaſſe im Gefäße in dergleichen Waſſerſäulen eingetheilet werden kann, ſo iſt klar, daß der geſammte Druck, welchen die Wand des Gefäßes nach vertika-

ler Richtung leidet, dem ganzen Gewichte der in ſelbigem befindlichen Waſſermaſſe gleich iſt.

§. 233.

Würde man alſo das Gefäß mit dem darin befindlichen Waſſer an dem Arm eines Waagenbalkens aufhängen, ſo brauchte das Gegengewicht nicht gröſſer zu ſeyn, als das Gewicht des Gefäßes und des Waſſers zuſammengenommen. Man muß daher den Druck, welchen die innere Wand des Gefäßes leidet, ſehr wohl von dem Gewicht des Waſſers ſelbſt unterſcheiden; denn jener kann mehr als dieſes betragen.

§. 234.

Wenn in einem Gefäße abcd (Fig. 60.) Waſſer ſich befindet, und völlig in Ruhe iſt, ſo wird ſolches vermöge ſeiner Schwere, ſobald ein Loch in dem Boden des Gefäßes gemacht worden, ausfließen, und zwar mit einer Geſchwindigkeit, welche ein ſchwerer Körper erlangen würde, wenn er von einer Höhe herabfiele, welche der Waſſerhöhe im Gefäße gleich iſt. Es ſey nemlich f ein kleines Waſſertheilchen in der Oeffnung am Boden des Gefäßes, ſo leidet dies einen Druck, welcher ſo groß iſt, als das Gewicht einer Waſſerſäule, deren Grundfläche dem Queerſchnitt der Sphäre des Waſſertheilchens, und deren Höhe der Höhe des Waſſers im Gefäße gleich iſt. Dieſer Druck entſteht aber von der Schwere der Waſſertheilchen, welche über f in der vertikalen Höhe fe bis zur Oberfläche des Waſſers liegen. Das oberſte Waſſertheilchen e druckt das unmittelbar darunter liegende, und theilet daher auſſer ihrer eigenen Schwere eine neue Kraft mit, welche der unmittelbare Druck verurſachet; folglich will es nun mit doppelter Kraft ſinken; das nächſtfolgende Theilchen aber verhindert dieſes Sinken, und empfängt wiederum

derum auſſer der Schwere deſſelben eine neue Kraft, welche doppelt ſo groß iſt, als die, welche das zweyte Theilchen von dem Druck der Schwere erhielt, demnach beſtrebet ſich dieſes dritte Theilchen mit einer dreyfach ſo großen Kraft herabzuſinken. So wird ein jedes folgende Waſſertheilchen von einer gleichförmig beſchleunigten Kraft angetrieben, ſich ſenkrecht herab zu bewegen, welche nemlich von der Summe der Drücke der darüber liegenden Waſſertheilchen herrühret. Es muß demnach die Summe der Drücke aller Waſſertheilchen dem unmittelbar darunter liegenden eine Geſchwindigkeit mittheilen, welche es erhalten würde, wenn es von eben der Höhe frey herabgefallen wäre. Folglich wird auch das Theilchen f in der Oeffnung eine Geſchwindigkeit erhalten haben, die eben ſo groß iſt, als wenn es von e bis f frey herabgefallen wäre. Weil nun dies von allen Waſſertheilchen gilt, welche in der untern Oeffnung ſich befinden, ſo muß das Waſſer durch ſelbige mit der benannten Geſchwindigkeit abfließen.

§. 235.

Alles dies gilt nicht allein von ſolchen Gefäſſen, bey welchen die Oeffnung im Boden ſich befindet, welcher waagrecht liegt, ſondern auch, wenn ſie ſeitwärts wo man will, angebracht iſt. In dieſen Fällen wird das Waſſer mit einer deſto größern Geſchwindigkeit hervorſpringen, je näher die Oeffnung dem Boden des Gefäßes iſt. Denn die Urſache der Bewegung des Waſſers aus den Oeffnungen des Gefäßes rührt von dem Druck des Waſſers her, und dieſer muß blos nach der Waſſerhöhe beurtheilet werden. Der Waſſerſtrahl, welcher aus der Seitenöffnung eines Gefäßes herausſpringt, wird einen krummlinichten Weg bilden, welchen man in der höhern Geometrie eine Parabel nennt.

§. 236.

Wenn mit dem Boden des Gefäßes abcf (Fig. 61.) noch eine kurze Seitenröhre bged ſo verbunden iſt, daß aus jenem Waſſer in dieſe treten kann, ſo wird das Waſſer aus der Oeffnung de der Röhre herauslaufen. Wäre die Oeffnung de mit einer Platte, die in der Mitte ein kleines Loch hat, verſchloſſen, ſo wird auch das Waſſer aus dieſem kleinen Loche in die Höhe ſpringen müſſen und zwar mit einer Geſchwindigkeit, welche der Höhe hi zugehöret, wenn nicht andere Hinderniſſe vorhanden wären, welche die Geſchwindigkeit verminderten. Dergleichen ſind aber allemal da. Nicht nur die Friktion der Waſſertheilchen an dem innern Umfang der Oeffnung und der Widerſtand der Luft verzögern die Bewegung, ſondern ſelbſt die Waſſertheilchen, welche mit abnehmender Geſchwindigkeit in die Höhe ſteigen, verurſachen, daß die unmittelbar darauf folgenden etwas aufgehalten werden. Sobald nun die erſten Waſſertheilchen ihre größte Höhe erreichet haben, ſo würden ſie vertikal wieder herabfallen, wenn dies nicht das beſtändig nachfolgende Waſſer verhinderte, und die in der größten Höhe befindlichen Theilchen gleichſam einen Augenblick trüge, ehe ſie ſeitwärts ausweichen. Auch alsdenn muß die Höhe des Waſſerſtrahls merklich vermindert werden, wenn ge nicht ſo nahe bey dem Gefäße, ſondern in einer beträchtlichen Entfernung davon aufwärts gebogen iſt. Denn alsdann iſt die Friktion des Waſſers an der innern Fläche der Röhre ziemlich groß.

§. 237.

Auf den Druck des Waſſers gegen den Boden und gegen die Seitenwände des Gefäßes gründen ſich noch verſchiedene andere Phänomene:

1. Eine leere verſtopfte dünne gläſerne Bouteille, deren Seitenflächen platt ſind, zerbricht durch den Seitendruck

des

des Waſſers, wenn ſie in ſelbiges tief genug eingetaucht wird.

2. Wenn eine mit Waſſer gefüllte Blaſe an dem Ende einer langen Glasröhre ſo gebunden wird, daß das Waſſer aus ſelbiger in die Glasröhre treten kann, wenn ſie gedruckt wird, ſo wird das Waſſer in der Blaſe deſto höher in die gläſerne Röhre aufſteigen, je tiefer ſelbige ins Waſſer eingetaucht wird.

3. Hierauf gründet ſich auch die Einrichtung einer Maſchine, welche Segner erfunden hat, und daher auch Segners hydrauliſche Maſchine genannt wird. Dieſe bewegt ſich nemlich durch den Seitendruck des Waſſers.

§. 238.

Aus allen bisher vorgetragenen Sätzen erhellet hinlänglich, daß die flüſſigen Materien nach allen nur möglichen Richtungen einen Druck ausüben nach unten (§. 234.), nach der Seite (§. 235.) und nach oben (§. 236.).

§. 239.

Wenn eine flüſſige Materie von ſpecifiſch ſchwererer Art in eine von ſpecifiſch leichterer Art gegoſſen wird, (welche ſich mit jener nicht chemiſch verbindet, wie etwa Weingeiſt und Waſſer), ſo wird alsdenn jene ſich ſenken, und dieſe in die Höhe drucken, und es wird nicht anders eine Ruhe ſtatt finden, bis die ſchwerere Materie die leichtere ganz in die Höhe gedruckt hat. Könnte man die ſchwerere Materie über die leichtere ſo ſchütten, daß dieſe Oberfläche vollkommen waagrecht, mithin die ganze flüſſige Materie in Ruhe blieb, ſo iſt es leicht zu begreifen, daß die ſchwerere Materie auf der leichtern erhalten werden könnte. Denn alsdenn iſt der Druck der ſchwereren Materie über der Oberfläche der leichtern gleichförmig vertheilt, folglich kann die leichtere Materie an keiner Stelle in die Höhe ſteigen, und wegen der Wände des Gefäßes nach den Seiten nicht ausweichen.

Wenn aber im geringſten die Ruhe der flüſſigen Maſſe beym Einſchütten geſtöret wird, ſo geht auch die leichtere Materie durch die ſchwerere hindurch und nimmt die oberſte Stelle ein. Beyſpiele hat man an der ſogenannten Elementarwelt aus Eiſenfeil, Weinſteinſalz, das in der Luft zerfloſſen iſt, rectificirten Weingeiſt, und Steinöl; und an dem Paſſevin oder der ſcheinbaren Verwandlung des Waſſers in Wein.

§. 240.

Wenn in zweyen Schenkeln einer gebogenen Röhre zwey ſchwere flüſſige Materien, die ſich nicht gern mit einander vermiſchen, im Gleichgewichte ſind, ſo verhalten ſich die Höhen, auf welche ſie in den Schenkeln geſtiegen ſind, umgekehrt wie die ſpecifiſchen Gewichte der flüſſigen Materien. Wenn nemlich in dem Raume cmghed (Fig. 62.) eine von den flüſſigen Materien befindlich iſt, ſo iſt für ſich klar, daß hg mit cd nicht in einerley Ebene liegen könne, weil cd einen Druck von der flüſſigen Materie leidet, welche den Raum abdc ausfüllet. Wenn nun cd und ef in einerley waagrechten Ebene liegen, ſo iſt die flüſſige Materie in dem Raume cmfd für ſich im Gleichgewichte. Nun leidet cd von der über ihr ſtehenden Materie cabd einen Druck, welcher dem Gewichte der Säule acdb gleich iſt. Eben ſo leidet auch ef einen Druck, welcher dem Gewichte der Säule ehgf gleich iſt. Setzt man nun das ſpecifiſche Gewicht der flüſſigen Materie in acdb $= g$, und das ſpecifiſche Gewicht der Materie in hefg $= \gamma$, ſo iſt jener Druck gegen $cd = cd.\,ib.\,g$ und dieſer gegen $ef = ef.\,kh.\,\gamma$. Im Falle des Gleichgewichtes iſt nun $cd.\,ib.\,g : ef.\,kh.\,\gamma = cd : ef$ oder $ib.\,g : kh.\,\gamma = 1 : 1$, folglich $ib.\,g = kh.\,\gamma$ und daher $ib : kh = \gamma : g$.

§. 241.

§. 241.

Wenn ein ſpecifiſch ſchwererer feſter Körper in eine leichtere Flüſſigkeit getaucht wird, ſo wird er auch in ſelbiger unterſinken müſſen. Denn durch den größern Druck des ſchweren Körpers erhalten diejenigen Waſſertheile, auf welche er gebracht iſt, auch einen ſtärkern Druck nach unten als ſie unter ſich hatten, da die Flüſſigkeit im Gleichgewicht war. Wegen der großen Verſchiebbarkeit der flüſſigen Theile werden nun diejenigen, welche einen ſtärkern Druck erhalten haben, die angrenzenden fortbewegen, und dadurch verurſachen, daß das Waſſer zur Seite in die Höhe ſteigen muß, um das Gleichgewicht hervorzubringen. Da aber der ſchwerere Körper immer noch einen größern Druck gegen die Flüſſigkeit ausübet, ſo kann auch dieſes Gleichgewicht nicht beſtehen, und das Waſſer muß immer zur Seite höher treten, je tiefer der Körper ſich eintaucht, bis der feſte ſchwerere Körper bis zum Boden hinab geſunken iſt. Alsdenn erſt wird ſich das Gleichgewicht des Waſſers wieder herſtellen, folglich auf der Oberfläche eine völlige Ebene bilden.

§. 242.

Man ſtelle ſich vor, daß der Raum, welchen der feſte Körper im eingetauchten Waſſer einnimmt, ebenfalls mit Waſſer angefüllt ſey, ſo leidet ein jedes Element der eingebildeten Gränze von innen einen Druck, welcher dem Gewichte einer geraden Waſſerſäule gleich iſt, deren Grundfläche ſo groß als das Element iſt, und deren Höhe die Entfernung des Elementes von der Oberfläche des Waſſers iſt. Wenn demnach ein feſter Körper im Waſſer eingetauchet worden, ſo wird jedes Elementartheilchen ſeiner Oberfläche eben ſo ſtark von auſſen nach innen gedruckt, als es von innen nach auſſen gedruckt würde; indem der von

äuſſerm Waſſer gegen dieſes Element herrührende Druck eben dieſem Gewichte der geraden Waſſerſäule gleich iſt. Weil ſich nun der äuſſere gegen ein jedes Elementartheilchen der Oberfläche vom Waſſer herrührende ſenkrechte Druck in einem horizontalen und vertikalen zerlegen läßt, alle horizontale Preſſungen aber aufgehoben werden, ſo entſteht blos ein Druck von oben nach unten, welcher dem ganzen Gewichte des Körpers gleich iſt. Wäre der Raum, welchen der feſte Körper einnimmt, ebenfalls mit Waſſer angefüllt, ſo würde der Erfolg der nemliche ſeyn, und alles würde wie zuvor im Gleichgewichte ſeyn. Es muß alſo der Druck, womit das Waſſer den Körper in die Höhe zu treiben ſtrebet ſo groß als das Gewicht des Körpers ſeyn, und weil es einerley bleibet, der Raum mag mit Waſſer oder mit etwas feſtem angefüllet ſeyn, ſo leidet auch der feſte Körper eben den Druck.

§. 243.

Wenn alſo ein feſter Körper von ſchwererer Art, als das Waſſer iſt, in ſelbigem zu Boden ſinkt, ſo wird er auch mit einem geringern Gewichte, als ſein abſolutes Gewicht beträgt, ſinken müſſen. Iſt nemlich das Gewicht des feſten Körpers $= q$, und das Gewicht einer eben ſo großen Menge Waſſer $= m$, ſo wird der Körper mit dem Gewicht $q - m$ niederſinken, und mit einer ſolchen Kraft wird er im Waſſer erhalten werden können. Man nennt das Gewicht, womit der ſchwerere Körper in der flüſſigen Materie niederſinkt, ſein reſpektives Gewicht.

§. 244.

Schwere feſte Körper von gleichem Volum verlieren im Waſſer gleichviel von ihrem abſoluten Gewichte, ihr ſpecifiſches Gewicht mag einerley oder verſchieden ſeyn. Das reſpektive Gewicht wird aber als-

dann im Verhältniſſe ihrer ſpecifiſchen Gewichte verſchieden ſeyn. So verliert ein Cubikzoll Bley eben ſo viel von ſeinem abſoluten Gewichte im Waſſer als ein Cubikzoll Zinn; aber die reſpektiven Gewichte werden verſchieden ſeyn. Solche ſchwere feſte Körper aber, welche von ungleichem Umfang ſind und gleiches abſolutes Gewicht haben, verlieren im Waſſer ungleich viel, derjenige nemlich, welcher einen größern Umfang folglich ein ſpecifiſch geringeres Gewicht hat, verlieret mehr von ſeinem abſoluten Gewichte, als der das ſchwerere beſitzet.

§. 245.

Wenn ein und der nemliche Körper in verſchiedene Flüſſigkeiten von verſchiedenem ſpecifiſchen Gewichte eingetaucht wird, ſo verliert er auch in ſelbigen von ſeinem abſoluten Gewichte ungleich viel; er verliert nemlich in der ſchwerern flüſſigen Materie mehr als in der leichtern, daher wird er auch mit ungleichem reſpektiven Gewichte in ſelbigen ſinken. So verliert ein Würfel von Bley in Milch mehr als im Waſſer.

§. 246.

Ein feſter Körper, welcher mit einer flüſſigen Materie ein gleiches ſpecifiſches Gewicht hat, verliert in ſelbigem ſein ganzes abſolutes Gewicht; mithin verſchwindet ſein reſpektives Gewicht oder iſt = 0, und muß daher in einer jeden Lage, wohin der Körper in der flüſſigen Materie hingebracht wird, ruhig bleiben.

§. 247.

Ein feſter Körper, welcher weniger wiegt, als eine eben ſo große Menge Waſſers, ſinkt nun ſo weit hinein, bis der eingetauchte Theil dem körperlichen Raume nach ſo groß iſt, als eine Menge von Waſſer, deſſen Gewicht dem Gewichte des ganzen feſten Körpers gleich iſt. Denn das Waſſer ſtrebt den feſten

Kör-

Körper, ſo weit er in ſelbigem eingetaucht iſt, mit einer Kraft aufwärts zu treiben, welche dem Gewichte einer eben ſo großen Menge Waſſers gleich iſt, als der Raum des eingetauchten Theils beträgt. Weil nun der Körper mit ſeinem ganzen Gewichte ſinken will, ſo kann das Gleichgewicht nicht anders ſtatt finden, als wenn das Gewicht derjenigen Menge vom Waſſer, welche mit dem eingetauchten Theile des feſten Körpers einerley Raum einnimmt, dem Gewichte des feſten Körpers gleich iſt.

§. 248.

In verſchiedenen flüſſigen Materien von verſchiedenem ſpecifiſchem Gewichte muß ſich einerley feſter Körper auf verſchiedene Tiefen eintauchen; er muß nemlich deſto tiefer ſinken, je ſpecifiſch leichter die Materie iſt, deſto weniger tief aber, je ſpecifiſch ſchwerer die flüſſige Materie. Auch wenn in einerley flüſſigen Materie feſte Körper von verſchiedenem ſpecifiſchem Gewichte eingetaucht werden, ſo muß der ſpecifiſch ſchwerere tiefer ſinken, als der ſpecifiſch leichtere. So werden gleich große Würfel von verſchiedenen Holzarten im Waſſer ungleich tief ſich eintauchen; auch wird ſich ein einziger ſolcher Würfel in verſchiedenen flüſſigen Materien verſchiedentlich eintauchen.

§. 249.

Auf dieſen bisher angegebenen Gründen beruhet es, wie man das Verhältniß der ſpecifiſchen Gewichte verſchiedener flüſſiger Materien finden könne. Wäre nemlich der feſte Körper ſpecifiſch ſchwerer, als die flüſſigen Materien, ſo wird er in ſelbigen niederſinken, und es verhalten ſich alsdenn die ſpecifiſchen Gewichte der flüſſigen Materie zu einander, wie die Gewichte, welche der Körper in den flüſſigen Materien verliert. Verliert z. B. ein feſter Körper im Waſſer

639 Aß und in Milch 659 Aß, ſo verhält ſich das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers zum ſpecifiſchen Gewichte der Milch = 639 : 659. Iſt nemlich die geometriſche Größe des feſten Körpers = v, das ſpecifiſche Gewicht der einen flüſſigen Materie = g, und das der andern = γ, ſo ſind die Gewichte der flüſſigen Materien, welche mit dem feſten Körper einerley kubiſchen Inhalt haben, = vg und = vγ. Verliert nun der feſte Körper in der erſten flüſſigen Materie das Gewicht p und in der andern das Gewicht q, ſo muß p = vg und q = vγ ſeyn, mithin verhält ſich p : q = vg : vγ oder p : q = g : γ.

§. 250.

Wenn ein feſter Körper ſpecifiſch ſchwerer iſt als eine flüſſige Materie, ſo verhält ſich alsdenn das ganze Gewicht des feſten Körpers zu dem in der flüſſigen Materie verlornen, wie das ſpecifiſche Gewicht des erſtern zum ſpecifiſchen Gewichte des andern. Setzt man nemlich das ganze Gewicht des feſten Körpers = p, das in der flüſſigen Materie verlorne = q, das ſpecifiſche Gewicht = g und das ſpecifiſche Gewicht der flüſſigen Materie = γ, und die geometriſche Größe des feſten Körpers = v, ſo iſt p = vg und q = vγ, mithin ergiebt ſich p : q = vg : vγ oder p : q = g : γ.

§. 251.

Das ſpecifiſche Gewicht des feſten Körpers, welcher in der flüſſigen Materie nicht unterſinkt, verhält ſich zum ſpecifiſchen Gewichte der flüſſigen Materie, wie die Größe des eingetauchten Theils zur ganzen Größe des feſten Körpers. Iſt nemlich das ganze Gewicht des feſten Körpers = p, ſeine Größe = v und das ſpecifiſche Gewicht = g; ferner das Gewicht des

des eingetauchten Theils $= q$. deſſen Größe $= w$ und das ſpecifiſche Gewicht der flüſſigen Materie $= \gamma$; ſo iſt $p = g \cdot v$ und $g = w \cdot \gamma$. Im Fall des Gleichgewichtes muß $p = q$ ſeyn, mithin auch $g v = \gamma \cdot w$, und daher $g : \gamma = w : v$.

§. 252.

Eine der beſten Anwendungen der bisher vorgetragenen Lehren von dem Drucke der flüſſigen Materien auf feſte in ihnen eingetauchte Körper iſt, die Verhältniſſe der ſpecifiſchen Gewichte der feſten und flüſſigen Körper unter einander zu finden. Wenn das ſpecifiſche Gewicht eines Körpers bekannt iſt, ſo iſt es auch für einen jeden andern gleichartigen Körper bekannt, wenn man die Zahl weiß, welche angiebt, wie vielmal ein Cubikfuß oder Cubikzoll ſchwerer oder leichter, als eine eben ſo große Menge des erſtern ſey. So vergleichet man gewöhnlich das ſpecifiſche Gewicht eines reinen Waſſers mit dem ſpecifiſchen Gewichte aller übrigen Körper. Alsdenn iſt das Maaß des eigenthümlichen Gewichtes die Zahl, welche angiebt, wie vielmal das Gewicht einer beſtimmten Menge Waſſers in dem Gewichte einer eben ſo groſſen Menge von den andern Körpern enthalten iſt. Zu dieſem Zwecke gebrauchet man eine Waage, welche beſonders dazu eingerichtet ſeyn muß, und unter dem Namen einer *hydroſtatiſchen Waage* bekannt iſt. Gewöhnlich iſt ſelbige mit einem gläſernen Eimer, welcher vermittelſt eines gegitterten Deckels verſchloſſen werden kann, und mit einer ſogenannten Glasperle verſehen; jenes darum, um leichtere feſte Körper unter Waſſer zu bringen, und dieſes, um es zum Eintauchen in verſchiedenen flüſſigen Materien zu gebrauchen. Beym Gebrauche einer ſolchen recht ſcharfen hydroſtatiſchen Waage findet man, daß nicht alle Arten vom gemeinen Waſſer als Regenwaſſer,

Fluß-

Flußwaſſer, Brunnenwaſſer einerley ſpecifiſches Gewicht haben. Aus dieſem Grunde wählt man am liebſten Regenwaſſer, welches deſtilliret ſeyn muß, wenn man aufs genaueſte zu Werke gehen will, um die ſpecifiſchen Gewichte der übrigen Körper damit zu vergleichen.

§. 253.

Wenn nun das ſpecifiſche Gewicht des reinen Waſſers für die Einheit angenommen wird, ſo läßt ſich das ſpecifiſche Gewicht eines jeden feſten Körpers in Vergleichung mit dem ſpecifiſchen Gewichte des Waſſers auf folgende Art finden: Iſt nemlich der feſte Körper ſpecifiſch ſchwerer als das Waſſer, ſo wäge man denſelben in freyer Luft genau ab, alsdenn unterſuche man, wieviel er von dieſem Gewichte im Waſſer verlieret; hierauf dividire man das ganze Gewicht des Körpers durch das im Waſſer verlorne, ſo giebt der Quotient das ſpecifiſche Gewicht des feſten Körpers in Vergleichung mit dem ſpecifiſchen Gewichte des Waſſers an. Es war nemlich nach dem §. 249. $p : q = g : \gamma$, folglich $g = \frac{p\gamma}{q} = \frac{p}{q}$, weil hier γ als das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers als Eins angenommen iſt. Wäre der feſte Körper ſpecifiſch leichter als das Waſſer, ſo ſinkt nun der Körper im Waſſer nicht unter, wenn man denſelben nicht mit einem andern feſten Körper, wozu eben jener gläſerne Eimer gebrauchet wird, verbindet, welcher um etwas beträchtliches ſchwerer als das Waſſer iſt. Dieſen ſchwerern Körper wäge man ſowohl für ſich, als auch mit dem leichtern zuſammengenommen im Waſſer ab, ſubtrahire alsdenn das verlorne Gewicht des ſchweren Körpers von dem verlornen beyder zuſammen. Hierauf dividire man das ganze Gewicht

des leichtern Körpers mit dieſer Differenz, der Quotient iſt das ſpecifiſche Gewicht des feſten Körpers in Vergleichung mit dem ſpecifiſchen Gewichte des Waſſers. Denn es muß jene Differenz dem Gewichte einer Menge Waſſers gleich ſeyn, welche mit dem leichtern feſten Körper einerley geometriſche Größe hat. Setzt man nun dieſe geometriſche Größe $= v$, das ganze Gewicht des leichtern Körpers $= p$, jene Differenz $= d$ und das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers $= \gamma$, ſo muß $d = v . \gamma$ ſeyn, und man hat vermöge des §. 250. $g : \gamma = p : d$ folglich $g = \frac{p}{d}$, weil $\gamma = 1$ iſt. Will man endlich die Zahl des Verhältniſſes der ſpecifiſchen Gewichte der verſchiedenen flüſſigen Materien gegen das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers finden, ſo bediene man ſich der Glasperle, wäge dieſe ein für allemal in freyer Luft und im Waſſer ab, damit man wiſſe, wieviel ſie im Waſſer verlieret. Dieſe Glasperle wird in einer ſchwerern flüſſigen Materie mehr als in einer leichtern verlieren. Das Gewicht nun, welche es in einer jeden andern flüſſigen Materie verlieret, dividire man durch dasjenige Gewicht, welches es im Waſſer verlieret, der Quotient zeiget das ſpecifiſche Gewicht der flüſſigen Materie in Vergleichung mit dem ſpecifiſchen Gewichte des Waſſers an. Vermöge des 249 §. hatte man nemlich $p : q = g : \gamma$ folglich $g = \frac{p}{q}$ wenn das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers $\gamma = 1$ geſetzet wird.

§. 254.

Vermöge ſolcher Verſuche iſt folgende Tafel entſtanden, welche das ſpecifiſche Gewicht der bekannteſten Körper gegen das zur Einheit angenommene des reinen Waſſers enthält:

Pla,

Platina del Pinto	20,000	G. v. Sickingen.
bis	21,061	
Reines Gold	19,640	Muſchenbroek.
oder	19,258	Briſſon.
Queckſilber	14,110	Muſchenbroek.
Bley	11,352	— —
Silber	10,552	Bergmann.
Wismuth	9,670	— —
Nickelkönig	9,000	— —
Kupfer	8,876	— —
Meſſing	8,395	Briſſon.
Arſenikkönig	8,308	Bergmann.
Eiſen	7,800	— —
Stahl	7,767	Muſchenbroek.
oder	7,833	Briſſon.
Kobaldkönig	7,700	Bergmann.
Zinn	7,264	— —
oder	7,291	Briſſon.
Zink	6,862	Bergmann.
Spiesglaskönig	6,860	— —
Braunſteinkönig	6,850	— —
Reine Schwererde	3,733	— —
Reine Kalkerde	2,720	— —
Reine Bitterſalzerde	2,155	— —
Kieſelerde	1,975	— —
Alaunerde	1,305	— —
Schwerſtein	6,066	Briſſon.
Schwerſpath	4,000	— —
oder	4,496	Bergmann.
Flußſpath	3,155	— —
oder	3,191	Briſſon.
Zirkon	4,416	— —
Aquamarin	3,548	— —
Praſern	2,580	— —
Feuerſtein	2,581	— —
Stangenſchörl	3,363	— —
Zeolith	2,073	— —
Chalcedon	2,664	— —
Ruſſiſch Glas	2,791	— —
Pechſtein	2,669	— —
oder	2,049	— —
Granit, bömiſcher	4,360	Muſchenbroek.

Saphir - - -	4,090	Muſchenbroek.
—— orientaliſcher -	3,562	— —
Diamanten -	3,517	— —
Topas, ſächſiſcher -	3,450	— —
Chryſolith -	3,560	— —
Carniol - -	3,290	— —
Rubin - -	3,180	— —
Laſurſtein - -	3,054	— —
Smaragd - -	3,095	— —
Turmalin -	2,952	— —
oder -	3,250	— —
Bergkryſtall -	2,650	— —
Isländiſcher Kryſtall -	2,720	— —
Hyacinth -	2,613	— —
Jaspis -	2,666	— —
Opal -	1,958	— —
oder -	2,075	— —
Reiner Quarz -	2,763	— —
Selenit -	1,870	— —
oder -	2,320	— —
Gemeiner Kieſel -	2,542	— —
Gemeines Bouteillenglas -	2,642	Briſſon.
Weißes Kryſtallglas -	2,892	— —
Flintglas -	3,329	— —
Chineſiſches Porzellan -	2,384	— —
Vitriolſäure, concentrirte -	2,125	Bergmann.
Gemeines Vitriol -	1,700	— —
Concentrirtes - -	1,817	— —
Concentrirte Salpeterſäure -	1,580	— —
Concentrirte Küchenſalzſäure	1,150	— —
Flußſpathſäure -	1,500	— —
Verglaste Phosphorſäure -	2,687	— —
Sedativſalz -	1,480	— —
Deſtillirter Eſſig -	1,011	Muſchenbroek.
Arſenikſäure -	3,391	Bergmann.
Weißer Arſenik -	3,706	Muſchenbroek.
Vitrioliſirter Weinſtein -	2,298	— —
Glauberſalz -	2,246	— —
Salpeter -	1,900	— —
Rhomboidalſalpeter -	1,869	— —
Reines Kochſalz -	1,918	— —
Steinſalz -	2,143	— —
Digeſtivſalz -	1,836	— —

Reiner

Reiner ſublimirter Salmiak	1,420	Muſchenbroek.
Borax - -	1,720	— —
Allaun - -	1,714	— —
Bleyzucker -	2,395	— —
Engliſcher Vitriol -	1,880	— —
Zinkvitriol -	1,900	— —
Weißer Zucker -	1,606	— —
Steinkohle -	2,240	— —
Judenpech -	1,400	— —
Bernſtein -	1,065	— —
Gagath -	1,200	— —
Schwefel -	1,800	— —
Naphtha -	0,708	Kirwan.
Alkohol -	0,815	Muſchenbroek.
Vitrioläther -	0,732	— —
Weißer Franzwein -	1,020	— —
Frontignac -	1,008	— —
Malaga -	1,015	— —
Rother Capwein -	1,018	— —
Weißer — -	1,039	— —
Pontac -	0,993	— —
Champagner -	0,962	— —
Moſeler -	0,916	— —
Rheinwein -	0,999	— —
Rindstalg -	0,955	— —
Hammeltalg -	0,943	— —
Schweineſchmalz -	0,954	— —
Gelbes Wachs -	0,960	— —
Weißes Wachs -	0,966	— —
Baumöl -	0,913	— —
Leinöl -	0,928	Brandis.
Rüböl -	0,902	— —
Cacaobutten -	0,910	— —
Weißes Mohnöl -	0,922	— —
Süßes Mandelöl -	0,928	Muſchenbroek.
oder -	0,911	Brandis.
Deſtillirtes Nelkenöl -	1,034	Muſchenbroek.
— — Pomeranzenöl -	0,888	— —
— — Zimmtöl -	1,035	— —
— — Saſſafrasöl -	1,094	— —
— — Rosmarinöl -	0,934	— —
— — Fenchelöl -	0,997	— —
— — Wachholderöl -	0,911	— —

Deſtillirtes Krauſemünzenöl	0,975	Muſchenbroek.
— — Terpentinöl -	0,792	— —
Aloe -	1,358	— —
Arabiſches Gummi -	1,735	— —
Pech -	1,150	— —
Kampfer -	0,996	— —
Phosphorus -	1,714	Gren.
Indianiſches Cedernholz -	1,315	Muſchenbroek.
Buxbaumholz -	1,328	— —
Braſilienholz -	1,031	— —
Ebenholz -	1,209	— —
Fernambukholz -	1,014	— —
Franzoſenholz -	1,333	— —
Mahagonyholz -	1,063	— —
Griesholz - -	1,200	— —
Altes Eichenholz -	1,666	— —
Eichenholz vom Stamme -	0,929	— —
Eichenholz vom grünen Aſte	0,870	— —
Rhodiſerholz -	1,125	— —
Weißes Sandelholz -	1,041	— —
Rothes — — -	1,128	— —
Campecheholz -	0,913	— —
Buchenholz -	0,852	— —
Gelbes Sandelholz -	0,809	— —
Erlenholz -	0,800	— —
Ahornholz -	0,755	— —
Eſchenholz -	0,734	— —
Apfelholz -	0,793	— —
Pflaumenholz -	0,785	— —
Haſelnholz -	0,600	— —
Birnenholz -	0,661	— —
Ulmenholz -	0,600	— —
Lindenholz -	0,604	— —
Weidenholz -	0,585	— —
Wachholderholz -	0,556	— —
Saſſafrasholz -	0,482	— —
Tannenholz -	0,550	— —
Pappelnholz -	0,383	— —
Korkholz -	0,240	— —
Eis -	0,916	— —
Reines Waſſer -	1,000	— —

M.

M. ſ. *Muſchenbroek* introdu. ad philoſ. natur. T. II. §. 1417. Peſeuteur ſpecifique des corps, p. Mr. *Briſſon*, à Paris 1784. 4. Gren Grundriß der Naturlehre. Halle 1793. §. 330. Achard Vorleſungen über die Experimentalphyſik. Berlin 1791. 8. S. 165. Dieſe Zahlen zeigen nun an, wie vielmal das Gewicht einer willkürlich gewählten Menge Waſſers in dem Gewichte einer eben ſo groſſen Menge der daneben angeführten Materie enthalten ſey. Wird alſo das Gewicht eines Cubikfußes oder Cubikzolles Waſſer mit einer ſolchen Zahl multipliciret, ſo zeigt das Produkt das Gewicht eines Cubikfußes oder Cubikzolles der daneben angeführten Materien an. Will man z. B. finden, wieviel 6 Cubikzoll Silber nach Rheinländ. Maaße im köllniſch. Gewichte betragen, ſo findet man 1 Rheinländ. Cubikzoll Silber wäget 10,552. 296 Grän költn. alſo 3123,392 Grän. Nun kann man nach der Regel Detri ſchließen 1 : 6 = 3123,392 : 18740,352 Grän.

§. 255.

Auch läßt ſich das ſpecifiſche Gewicht einer flüſſigen Materie vermittelſt eines eingetauchten feſten Körpers, welcher darin nicht unterſinkt, dadurch finden, daß man den körperlichen Inhalt des in der flüſſigen Materie eingetauchten Theils von dem feſten Körper ſucht, und dieſen in das Gewicht des feſten Körpers dividiret, der Quotient iſt das Gewicht eines Cubikfußes oder eines Cubikzolles der flüſſigen Materie, nachdem die Gröſe des eingetauchten Theils in Cubikfüßen oder Cubikzollen ausgedruckt war. Es ſey nemlich das Gewicht des feſten Körpers = p, die geometriſche Gröſe des eingetauchten Theils = v, und

und das ſpecifiſche Gewicht der flüſſigen Materie $= \gamma$, ſo muß $p = v \cdot \gamma$, folglich $\gamma = \frac{p}{v}$ ſeyn.

§. 256.

Würde ein und eben derſelbe Körper, deſſen Gewicht $= p$ iſt, in verſchiedene flüſſige Materien eingetaucht, und die eingetauchten Theile wären ungleich groß, ſo müßten ſich alsdenn die ſpecifiſchen Gewichte der flüſſigen Materien umgekehrt wie die eingetauchten Theile verhalten. Wäre nemlich der eingetauchte Theil in der einen flüſſigen Materie $= v$, und der in der andern $= V$, das ſpecifiſche Gewicht der erſtern flüſſigen Materie $= \gamma$ und das der andern $= g$, ſo würde $p = v \cdot \gamma = V \cdot g$, mithin $v : V = g : \gamma$ ſeyn. Auf dieſen Gründen beruht die Einrichtung der Aräometer (araeometra), oder der ſogenannten Bier- Salz- Waſſer- und Brandweinwaagen. Gewöhnlich beſteht eine ſolche Waage aus einer langen Röhre, welche unten mit einer hohlen Kugel, oder auch wohl mit zweyen ſolchen Kugeln, einer größern und kleinern zuſammenhänget. In dieſe Waage bringt man alsdenn ſo viel Bleyſchrot, daß ſie bis an eine gewiſſe Tiefe in der einen flüſſigen Materie ſinke, welche an der Röhre durch ein Zeichen bemerkt wird. In jeder andern flüſſigen Materie wird ſie alsdenn weniger tiefer oder noch tiefer einſinken, wenn ſie von ſchwererer oder leichterer Art iſt. Man kann auch die Einrichtung der Aräometer ſo machen, daß ſie in verſchiedenen flüſſigen Materien ſich gleichtief eintauchen. Alsdenn müſſen in ſpecifiſch ſchwereren Materien mehr Gewichte, in ſpecifiſch leichtern aber wenigere Gewichte an ſelbige angebracht werden. M. ſ. *Briſſon* dictionaire de phyſique art. Arèometre. Wilke in den ſchwediſchen Abhandlungen B. XXXII. S. 272.

Wenn man z. B. eine Salzwaage einrichten will, welche angiebt, wieviel Salz in einem an einem Orte beſtimmten Maaße enthalten ſey, ſo löſe man ein Loth Salz in Waſſer auf, ſchütte zu dieſer Auflöſung ſo viel Waſſer hinzu, daß das Flüſſige gerade ſo viel beträgt, daß es jenes Maaß fülle; alsdenn bringe man die Waage in dieſe Salzſolution, und bemerke an der Röhre genau, wie tief ſie ſich eingetaucht hat. Man nehme ferner 2 Loth Salz, und löſe dies in Waſſer auf, und ſchütte zu dieſer Solution eben ſo viel Waſſer hinzu, als jenes Maaß faſſen kann; tauche abermals in dieſe Auflöſung die Waage und bemerke wiederum genau die eingeſenkte Tiefe an der Röhre. Fährt man auf dieſe Art mit 3, 4 und mehreren Lothen Salz fort, ſo wird man dadurch eine graduirte Salzwaage erhalten. Dieſe Waage wird nun freylich bey den natürlichen Salzquellen nicht allemal den beſtimmten Gehalt an Salz geben, weil mehrentheils auſſer dem Kochſalz die Salzſohlen noch andere Beſtandtheile enthalten, als Gypserde, Kalkerde, Bitterſalz u. d. gl.

§. 257.

Andere Methoden, die ſpecifiſchen Gewichte der mancherley Körper zu finden, ſind 1) durch die unmittelbare Vergleichung des abſoluten Gewichtes bey einerley Umfang der Körper. Dieſes Verfahren kann bey flüſſigen Materien mit größerm Vortheile als bey feſten Körpern angewendet werden, weil es gewiſſermaßen ſchwer hält, gleichgroße Würfel genau zu verfertigen. Bey flüſſigen Materien iſt das von Homberg (Memoir. de l'Academie royal. 1699.) angegebene Verfahren, auch von Leutmann (Commentat. Petropol. T. V. p. 275.) mit einer kleinen Abänderung angewendet worden; 2) durch die Vergleichung der Höhen verſchiedener Flüſſigkeiten in den Schen-

Schenkeln einer gebogenen Röhre. Dieſes Verfahren wird aber nur bey ſolchen flüſſigen Materien ſtatt finden können, welche ſich nicht mit einander vermiſchen; 3) durch die Vergleichung der Höhen von flüſſigen Materien, worauf ſie durch gleichen Druck der Luft gehoben werden. Ein Verfahren hierzu hat Herr Achard in den Vorleſungen über die Experimentalphyſik S. 164. angegeben.

§. 258.

Auch gehöret hieher die Aufgabe, wie man durch eine hydroſtatiſche Probe finden könne, wieviel in einer Vermiſchung von zweyen verſchiedenen Metallen von einer jeden Sorte darin enthalten ſey. Setzt man nemlich die ſpecifiſchen Gewichte beyder Metalle, welche in die Vermiſchung gekommen ſind, g und γ, ihre abſoluten Gewichte p und q, ihre geometriſchen Größen V und v und das ſpecifiſche Gewicht der vermiſchten Maſſe = G, ſo hat man $G = \frac{gV + \gamma v}{V + v}$, und $p : q = g(G - \gamma) : \gamma(g - G)$. Z. B. ein aus Gold und Silber zuſammengeſchmolzener Körper wiegt 20 Pfund, und verliert im Waſſer $1\frac{1}{4}$ Pfund, es iſt die Frage, wieviel Gold und Silber derſelbe enthalte? Es iſt das eigenthümliche Gewicht der vermiſchten Maſſe $= G = \frac{20}{1{,}25} = 16{,}00$ Pfund. Ferner iſt das ſpecifiſche Gewicht des Goldes $= 19{,}64 = g$ und das ſpecifiſche Gewicht des Silbers $= 10{,}55 = \gamma$. folglich iſt das Gewicht des Goldes p zum Gewicht des Silbers $q = 19{,}64\,(16{,}00 - 10{,}55) : 10{,}55\,(19{,}64 - 16{,}00) = 107{,}038 : 38{,}402$. Demnach beſtanden 145,440 Theile des gemiſchten Goldes aus 107,038 Theilen feinem Golde und aus 38,402 Theilen Silber. Nun kann man nach der Regel Detri anſetzen: 145,440 Theile des gemiſch-

ten

ten Goldes hält 107,038 Theile fein Gold, wieviel fein Gold wird 20 Pfund enthalten? Man erhält 14,719 Pfund fein Gold; folglich iſt das feine Silber 20 — 14719 = 5,281 Pfund.

Anmerk. Zur Unterſuchung des feinen Gehalts der Theile einer vermiſchten Maſſe, ſoll nach Erzählung Vitruv's (de architectura Lib. 9. Cap. 3.) folgender Umſtand Veranlaſſung gegeben haben: Es ſoll ſich der König Hiero zu Syrakus eine goldne Krone haben machen laſſen; da er nun einen Verdacht hatte, daß der Goldſchmidt einen Theil von dem feinen Golde entwendet und ſtatt deſſen Silber möchte zugeſetzet haben, ſo gab er dem Archimedes den Auftrag, eine Unterſuchung anzuſtellen, ob ſein Verdacht gegründet ſey oder nicht; dieſer ſoll nun wirklich durch eine hydroſtatiſche Probe dieſen Betrug entdecket haben. Bey dem ganzen Verfahren ſelbſt bleibt noch dieſer Umſtand in Betrachtung zu ziehen, ob der Umfang der gemiſchten Maſſe nach der Miſchung noch eben ſo groß ſey, als die Summe der Räume der Theile vor der Vermiſchung. Hätte dieſes ſeine Richtigkeit, ſo würde jene Rechnung auch völlig richtig ſeyn. Findet dies aber nicht ſtatt, ſo wird auch die Rechnung nicht völlig richtig ausfallen können. M. ſ. Anmerkungen über die Gußprobe auf Zinn und Bley von Axel Bergenſtierna; in den neuen ſchwediſch. Abhandlung. B. I. 1780. S. 156. überſetzt in Crells neueſten Entdeckungen Th. VIII. S. 162. De denſitate metallorum ſecum mixtorum auct. *Geo. Wolfg. Kraft* in den comment. acad. petrop. T. XIV. S. 252.

§. 259.

Wenn ein Körper ſpecifiſch leichter als Waſſer iſt, ſo findet man die Größe des eingetauchten Theils, wenn man das abſolute Gewicht des feſten Körpers durch das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers dividiret. Iſt nemlich das abſolute Gewicht des feſten Körpers $= p$, der eingetauchte Theil deſſelben $= v$, und das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers $= \gamma$, ſo hat man $p = v.\gamma$ und daher $v = \frac{p}{\gamma}$. Wäre umgekehrt die Größe des eingetauchten Theils des feſten Körpers nebſt dem ſpecifiſchen Gewichte des Waſſers bekannt, ſo findet man das abſolute Gewicht des Körpers, wenn man die Größe des eingetauchten Theils mit dem ſpecifiſchen Gewichte des Waſſers multipliciret.

§. 260.

Es iſt eben nicht nothwendig, daß der feſte Körper, der vom Waſſer getragen werden ſoll, gleichförmig dichte ſeyn müſſe. Man kann auch zweyerley oder mehrere feſte Materien, wovon die eine ſpecifiſch ſchwerer, die andere aber ſpecifiſch leichter als Waſſer iſt, ſo mit einander verbinden, daß der zuſammengeſetzte Körper noch vom Waſſer getragen wird. Ja, man iſt ſogar vermögend, einen ſpecifiſch ſchwereren Körper, als das Waſſer iſt, eine ſolche Geſtalt zu geben, daß er nicht unterſinke, wenn nemlich der eingetauchte Theil im Waſſer einen Raum einnimmt, welcher mit Waſſer ausgefüllt eben ſo ſchwer als das ganze Gewicht des Körpers iſt. Daher kommt es, daß hohle Körper auf dem Waſſer ſchwimmen, welche unterſinken würden, wenn ſie mit Waſſer angefüllet wären.

Auf dieſen Gründen beruht das Schwimmen der Menſchen auf aufgeblaſenen Blaſen, auf Brettern, auf Schwimmgürteln u. d. g. ferner das Schwimmen

der beladenen Schiffe, Kähne, Fähren u. d. g. das Emporſteigen der Leichname aus dem Waſſer, der Mechanismus des Aufſteigens und Niederſteigens der Fiſche im Waſſer u. d. g. unzählige Dinge. Von dieſem Schwimmen der feſten Körper, welche ſpecifiſch leichter als Waſſer ſind, muß man das Schwimmen der Menſchen und Thiere auf dem Waſſer wohl unterſcheiden, denn der Grund des letztern beruht blos auf dem Widerſtand, welchen die Theile der Flüſſigkeit bey ihrem Verſchieben entgegenſetzen. Gewöhnlich iſt der Körper eines Menſchen ſpecifiſch ſchwerer als Waſſer. Muſchenbroek giebt das ſpecifiſche Gewicht des Menſchen gegen das des Waſſers = 1,111 : 1,000 an. Jedoch hat man Beyſpiele von Menſchen, welche ſpecifiſch leichter als Waſſer ſind. M. ſ. Robertſon philoſoph. tranſact. Vol. L. S. 30. und Karſten Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Theil III. Hydroſtat. §. 31.

§. 261.

Ein hohles Gefäß, welches für ſich ſchon viel leichter als Waſſer iſt, das den nemlichen Raum ausfüllet, wird nicht nur für ſich auf dem Waſſer ſchwimmen, ſondern auch ſchwere Körper, welche darein gethan ſind, erhalten, welche ſonſt im Waſſer unterſinken würden. Weil nun das Gewicht des verdrängten Waſſers durch den darin eingetauchten feſten Körper gerade ſo viel beträgt, als das Gewicht des hohlen Körpers mit der darin befindlichen Laſt, ſo wird auch das Gewicht derjenigen Körper, welche auſſerdem noch in dieſen hohlen Körper gebracht werden, gerade ſo groß ſeyn, als das Gewicht des daher verurſachten verdrängten Waſſers. Man ſetze nun die hinzukommende Laſt $= p$, das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers $= \gamma$ und die Vergrößerung des eingetauchten Theils des hohlen Körpers durch die hineingeleg-

gelegten Gewichte = v, ſo muß v γ = p, folglich $v = \frac{p}{\gamma}$ ſeyn. Hierauf gründet ſich vorzüglich die Berechnung der Ladung eines Schiffes, welche daſſelbe tragen kann, wenn es nicht unterſinken ſoll. M. ſ. Gehlers phyſikal. Wörterbuch Th. III. S. 938.

§. 262.

Ein hohles auf dem Waſſer ſchwimmendes Gefäß, auch wenn ſchwere Körper darin befindlich ſind, wird ſich in einer ſpecifiſch leichtern Materie tiefer als in einer ſpecifiſch ſchwerern einſenken. Daher kommt es, daß Schiffe auf dem offenen Meere mehr Ladung einnehmen können, als in den ſüßen Wäſſern.

Einige hieher gehörige Schriften:

1. *Archimedes* Bücher *περι των ὀχουμενων* in opp. David. Rivalti. Par. 1615. fol.
2. Traité du mouvement des eaux et des autres corps fluides p. Mſ. *Mariotte.*
   Des Herrn Mariotte Grundlehren der Hydroſtatik und Hydraulik, ins Deutſche überſ. und mit Anmerk. von Meinig. Leipzig 1723. 8.
3. Theatrum machinarum hydraulicarum ausgefertigt von Jak. Leupold. Leipzig 1724. 1725. fol.
4. *Jo. Bernoulli* hydraulica nunc primum detecta ac demonſtrata directe ex fundamentis pure mechanicis 1732. in ſeinen opp.
5. *Dan. Bernoulli* hydrodynamica ſ. de viribus et motibus fluidorum commentarii. Argentor. 1739. 4.
6. Anfangsgründe der Hydrodynamik, abgef. von Abr. Gotth. Käſtner. Götting. 1769. 8.
7. Karſtens Lehrbegriff der geſammten Mathematik, 5r und 6r Band.
8. Die Kunſt zu ſchwimmen, von Joh. Friedr. Bachſtrom. Berlin 1742. 8.

Zweyter Theil.

Beſondere Phyſik.

Zweyter Theil.

Beſondere Phyſik.

Erſtes Kapitel.

Von den einfachen Stoffen der drey Naturreiche.

§. 263.

Die Körper, mit welchen wir umgeben ſind, enthalten verſchiedene einfache Stoffe, deren Natur und Eigenſchaften unter einander gar ſehr verſchieden ſind, in ihrer mannichfaltigen Verbindung aber eben die zuſammengeſetzten Körper, welche die Körperwelt ausmachen, hervorbringen. Dieſerwegen iſt dem Naturforſcher die Kenntniß dieſer Beſtandtheile höchſt nothwendig. Uebrigens werden unter den einfachen Stoffen diejenigen Beſtandtheile verſtanden, welche zwar noch zuſammengeſetzet, aber doch noch einfacher ſind, als die daraus zuſammengeſetzten Körper. Die noch mehr einfachen Stoffe als **Wärmeſtoff**, **Lichtſtoff**, **Feuer**, **Waſſer**, **Luft** u. ſ. werden in eigenen Kapiteln weiter unterſuchet werden.

I. Mineraliſche Subſtanzen.

1. Von den Salzen.

§. 264.

Unter den Salzen überhaupt verſteht man ſolche Körper, welche auf der Zunge einen Geſchmack verurſachen und im Waſſer auflösbar ſind, ſo daß ſie zu dieſer Auflöſung höchſtens 200mal ſo viel Waſſer erfordern. Dieſe letztere Beſtimmung iſt deswegen nöthig, weil es noch andere einfachere Subſtanzen, nemlich Erden giebt, welche ſich unter gewiſſen Umſtänden auch im Waſſer auflöſen laſſen, jedoch aber zu ihrer Auflöſung mehr als 200 Theile ihres Gewichtes verlangen. Ob nun gleich dieſe künſtliche Gränze ein vorzügliches Kennzeichen der Salze ausmachet, ſo brauchen doch die mehreſten Salze zu ihrer Auflöſung weit weniger Waſſer. Einige haben mit dem Waſſer eine ſolche große Verwandſchaft, daß ſie ſelbſt die Feuchtigkeit an der Luft an ſich ziehen, und darin zerfließen wie z. B. das Gewächsalkali.

§. 265.

Weil bey den mancherley Arten von Salzen auch eine verſchiedene Menge von Waſſer zu ihrer Auflöſung verlanget wird, ja von mehreren Arten bis zum Sättigungspunkte im warmen Waſſer eine gröſſere Menge als im kalten aufgelöſet werden kann: ſo läßt ſich auch das Salz in einer ſolchen Auflöſung entweder durch Abdunſtung des Waſſers, welche ſo weit fortgeſetzet wird, bis das darin enthaltene Salz, welches mit dem Waſſer nicht verdunſtet, den Grad der Sättigung überſteigt, in feſter Geſtalt wieder gewinnen, oder es ſondert ſich ein Theil des Salzes von einer im warmen Waſſer geſättigten Auflö-

Auflöſung in feſter Geſtalt ab, wenn ſie erkaltet, weil das kalte Waſſer ſo vieles Salz aufzulöſen nicht vermögend iſt. Geht die Abdampfung langſam von ſtatten, ſo ſchießen die mehreſten feſten Salze aus dem Waſſer in Salzkryſtalle an, welche bey verſchiedenen Arten auch verſchiedene Formen und Geſtalten haben. Während dieſes Kryſtalliſirens verbindet ſich ein Theil vom Waſſer in feſter Geſtalt mit dem Salze. Man nennt es mehrentheils Kryſtalliſationswaſſer, ſollte aber beſtimmter Kryſtalliſationseis genennet werden, weil es in feſter Geſtalt einen weſentlichen Beſtandtheil der Kryſtallen ausmacht. Dieſes Kryſtalliſationseis iſt weniger oder mehr ſtark mit den Kryſtallen verbunden, und kann nur bey einigen durch die größte Hitze davon geſchieden werden; bey andern aber ſondert es ſich von den Kryſtallen bey gelinder Wärme, ja in warmer und trockner Luft ab. Sobald aber die Salze dieſes Eiſes beraubet werden, ſo verlieren ſie auch ihre regelmäßige Geſtalt und Durchſichtigkeit, und zerfallen in Staub oder verwittern.

§. 266.

Der Grund der beſtimmten Geſtalt der Salzkryſtalle, und der Verſchiedenheit bey verſchiedenen Salzen, muß blos in den zurückſtoßenden Kräften und Cohäſionskräften, welche bey verſchiedenen Salzen auch verſchieden ſeyn müſſen, geſuchet werden.

§. 267.

Was die Anzahl der verſchiedenen Arten von Salzen betrifft, welche die Natur und Kunſt hervorbringen, ſo iſt dieſe ſehr groß; ſie unterſcheiden ſich aber in Anſehung ihrer Natur und Eigenſchaften und ihrer Wirkung gegen andere Körper ſo ſehr, daß man genöthiget iſt, ſie in verſchiedene Ordnungen und da-

von abhängenden Gattungen und Abarten einzutheilen. Man theilet ſie vorzüglich in zwey Ordnungen ab, nemlich in einfachere und zuſammengeſetzte. Zu den einfachern gehören als Gattungen die Säuren und Alkalien; zu den zuſammengeſetzten aber die Mittelſalze, Neutralſalze, metalliſche Salze.

§. 268.

Der allgemeine Charakter der Säuren iſt, daß ſie einen ſauren Geſchmack haben, und die blaue Farbe verſchiedener Pflanzenpigmente wie z. B. des Veilchenſaftes, der Lakmustinktur und der Tourneſolläppchen in eine rothe, die rothe Farbe einiger Pigmente aber wie z. B. die Tinktur des Fernambuks in eine gelbrothe verwandeln.

§. 269.

Man muß verſchiedene Arten der ſauren Salze unterſcheiden, weil man bey ſelbigen eine verſchiedene Wirkung auf andere Körper gewahr wird:

A. Die Schwefelſäure (Acide ſulfurique), welche auch Vitriolſäure genennet wird.

Dieſe Säure iſt als ein Beſtandtheil des bekannten Eiſenvitriols zu betrachten, und wird gewonnen, wenn das Kryſtalliſationseis von dieſem Salze durch Feuer verjagt, und der Rückſtand in irdenen Retorten deſtilliret wird. Man kann ſie noch wohlfeiler aus dem Verbrennen des Schwefels gewinnen, wie dies vorzüglich in England im großen geſchiehet. Im Handel nennt man dieſe concentrirte Schwefelſäure Vitriolöl (oleum vitrioli) und, wenn ſie mit Waſſer verdünnt iſt, Vitriolſpiritus (ſpiritus vitrioli). Das Vitriolöl äzt wegen ſeiner ſehr ſtarken Säure in die Haut ein, und ſieht im ganz reinen Zuſtande weiß aus; jedoch verliert es dieſe Farbe

ſehr leicht durch verbrennliche Dinge des Thier- und Pflanzenreiches, und wird dadurch mehr oder weniger bräunlich und erhält eine ſchwefelich riechende Eigenſchaft, wie das gewöhnlich verkäufliche iſt. Dasjenige, welches aus dem Vitriol gewonnen wird, ſtößt an der Luft weißgraue Dämpfe aus. Wird es aber in offenen Gefäßen zum Kochen gebracht, ſo hören dieſe Dämpfe auf. Uebrigens iſt es ziemlich feuerbeſtändig, und läßt ſich daher durchs Abdunſten ſtark concentriren, ob es gleich noch immer Waſſer behält. An der Luft ſaugt es gern Feuchtigkeiten ein, und erhitzt das Waſſer ſtark, wenn es in ſelbiges geſchüttet wird. Nach dem neuern Syſteme iſt dieſe Säure zuſammengeſetzt aus Schwefel (ſouffre) und dem eigenen Sauerſtoff (oxygene).

§. 270.

B Die Salpeterſäure (acidum nitri, Acide nitrique).

Dieſe Säure iſt als ein Beſtandtheil im gemeinen Salpeter zu betrachten. Man gewinnt dieſe Säure, wenn man reinen gepulverten Salpeter nimmt, darüber nach und nach wegen ſtarker Erhitzung Vitriolöl gießt, und dieſes ſodann deſtilliret. Die auf dieſe Weiſe durch das gewöhnliche Vitriolöl abdeſtillirte concentrirte Salpeterſäure nennt man den rauchenden Salpetergeiſt (ſpiritus nitri fumans). Dieſer Salpetergeiſt hat eine rothgelbe Farbe und ſtößt bey Berührung der Luft dergleichen Dämpfe aus. Sie iſt auch ſehr ätzend und ſcharf, erhitzt ſich bey der Vermiſchung mit Waſſer und zieht die Feuchtigkeit an der Luft ſehr ſtark an. Wenn ſie mit Waſſer nach und nach verdünnet wird, ſo wird ihre Farbe zuerſt grün, hernach blau und zuletzt verſchwindet alle Farbe, und eben dieſe farbenloſe Salpeterſäure wird gewöhnlich unter dem Namen Schei-

dewaſſer (Aqua fortis) verkauft. Im ganz reinen Zuſtande iſt ſelbſt der rauchende Salpetergeiſt farbenlos, wie man ſelbigen gewinnt, wenn der durch die erſtere Deſtillation erhaltene Salpetergeiſt nochmals ganz gelinde deſtilliret wird. Nach dem neuern Syſteme iſt die Salpeterſäure zuſammengeſetzet aus dem Stickſtoff (azote) und dem Sauerſtoff.

§. 271.

C. Die Kochſalzſäure (acidum muriaticum, Acide muriatique).

Dieſe Säure macht einen Beſtandtheil des gemeinen Küchenſalzes aus, worin ſie mit dem Mineralalkali verbunden iſt. Man gewinnt dieſe Säure ſo, daß man auf Küchenſalz Vitriolöl gießt, und daſſelbe abdeſtillirt. Denn die Säure des Vitriols hat eine ſtärkere Verwandſchaft mit dem Mineralalkali, und dadurch wird die Kochſalzſäure entbunden. Die ſo gewonnene Kochſalzſäure hat den Namen rauchender Salzgeiſt (ſpiritus ſalis communis) erhalten. Sie ſtößt bey Berührung der Luft weiße Dämpfe aus, iſt ſehr flüchtig, und im reinen Zuſtande farbenlos. Die gewöhnliche verkäufliche Salzſäure hat eine gelbe Farbe, welche eigentlich von Eiſentheilen herrühret. Uebrigens iſt dieſe Säure nicht ſo ſcharf und ätzend, wie die Salpeterſäure. Nach dem neuern Syſteme beſteht ſie aus dem Sauerſtoff und der ſalzſauren Baſis.

§. 272.

D. Die Flußſpathſäure, Spathſäure, Flußſäure (Acidum fluoris mineralis, Acide fluorique).

Dieſe Säure iſt als ein Beſtandtheil einer Steinart des Flußſpaths zu betrachten, in welcher ſie mit der Kalkerde verbunden iſt. Man gewinnt dieſe Säure,

wenn

wenn man auf fein geriebenen Flußſpath Vitriolöl gießt, und dieſes alsdenn deſtillirt. Sie hat aber beſondere und merkwürdige Eigenſchaften, ſie greift nemlich das Glas und die Kieſelerde ſo ſtark an, daß dieſe zuletzt mit in Dunſtgeſtalt übergehen; daher iſt auch diejenige Flußſpathſäure, welche durch die Deſtillation aus gläſernen Gefäßen erhalten wird, nicht als reine Säure zu betrachten. Um ſie rein zu bekommen, muß ſie aus bleyernen oder zinnernen Retorten abdeſtilliret werden. In ihrem concentrirten Zuſtande ſtößt ſie bey Berührung der Luft weiße Dämpfe aus, welche wie die Dämpfe der Kochſalzſäure riechen. Wegen der freſſenden Eigenſchaften in Glas kann ſie dazu dienen, in ſelbiges zu ätzen. Uebrigens hat ſie ſehr viele Aehnlichkeit mit der Kochſalzſäure. Nach dem neuern Syſteme iſt ſie zuſammengeſetzt aus der flußſpathſauren Baſis (radical fluorique) und dem Sauerſtoffe.

§. 273.

E. Die Boraxſäure, Sedativſalz (Acidum boracicum, Acide boracique, ſal ſedativum Hombergi).

Dieſe Säure macht einen Beſtandtheil eines unter dem Namen Borax bekannten Salzes aus, worin ſie mit dem Mineralalkali verbunden iſt. Sie kann aus dem Borax durch andere Säuren auf dem naſſen Wege geſchieden werden. Tröpfelt man nemlich zu einer Auflöſung des Boraxes im heißen Waſſer ſo viel Vitriolſäure, bis dieſe Auflöſung einen ſäuerlichen Geſchmack erhält, ſo kann man dieſe Miſchung in einer Glasſchaale abdunſten laſſen. Wenn ſich bey dieſer Arbeit glänzende Schuppen zeigen, ſo läßt man alles erkalten, und es ſchießen daraus weiße glänzende Salzflocken an, welche eben die Boraxſäure ſind. Dieſe Flocken haben einen kaum merklich

ſauren Geſchmack, ſchmelzen im Feuer, zerfließen an der Luft nicht, ſondern bleiben in ihrem Zuſtande beſtändig darin. Nach dem neuern Syſteme iſt dieſe Säure zuſammengeſetzt aus der boraxſauren Baſis (radical boriatique) und dem Sauerſtoffe.

§. 274.

F. Kohlenſäure, Luftſäure (Acidum carbonicum, Acide carbonique).

Dieſe Säure macht nicht nur einen Beſtandtheil in ſehr vielen erdigten Stoffen des Mineralreichs, ſondern auch in allen organiſchen Subſtanzen aus. Dieſe Säure iſt bey allen Graden der Temperatur nur als luftförmige elaſtiſche Flüſſigkeit bekannt, und kann nicht für ſich in feſter Geſtalt dargeſtellet werden, daher heißt ſie auch luftſaures Gas. Das kalte Waſſer ſaugt dies Gas in ſich, und heißt daher auch luftſaures Waſſer. Wie dieſe Säure erhalten wird, ſoll in der Folge gezeiget werden. Nach dem neuern Syſteme iſt ſie zuſammengeſetzet aus dem Sauerſtoff und dem einfachen Kohlenſtoffe (carbone).

§. 275.

G. Die Arſenikſäure (Acidum arſenicum, Acide arſenique)

Dieſe Säure iſt ein Beſtandtheil des weißen Arſeniks, ob ſich gleich in ſelbigem wenige Spuren von einer Säure äuſſert. Der vollkommene Kalk des Arſeniks macht eigentlich dieſe Säure aus. Man gewinnt dieſe Säure auf folgende Art: man gießt auf fein geriebenen weißen Arſenik Salzſäure, und läßt dieſe Miſchung ſo lange kochen bis ſich der Arſenik aufgelöſet hat; alsdenn gießt man in dieſe Auflöſung Salpeterſäure, und deſtilliret dieſes Gemiſche langſam ab.

Di

Die trockene Arſenikſäure iſt ganz weiß, fließt beym mäßigen Glühen klar und helle, und wird beym Erſtarren milchicht. Im heftigen Glühefeuer aber in einem verdeckten Tiegel geſchmolzen, geräth ſie in ein ſtarkes Sieden, und wird zuletzt wieder zu weißem Arſenik. In freyer Luft ſaugt ſie Feuchtigkeiten ein und zerfließt. Nach dem neuern Syſtem iſt ſie zuſammengeſetzt aus Arſenikmetall (arſenique) und dem Sauerſtoffe.

§. 276.

H. Die Molybdäenſäure, Waſſerbleyſäure (Acidum molybdaenicum, Acide molybdique).

Dieſe Säure macht einen Beſtandtheil des Waſſerbleyes aus, und iſt nichts weiter, als der vollkommene Kalk des darin befindlichen Waſſerbleymetalles. Man gewinnt dieſe Säure theils durchs Calciniren theils aber auch auf naſſem Wege durch wiederholtes Deſtilliren über Salpeterſäure. Sie ſchmelzt im Feuer, und geht in einen weißen Rauch über, wie das Waſſerbley ſelbſt, wenn freye Luft hinzutreten kann. Beym Erſtarren wird ſie zu einer weißgrauen und ſtrahlichten Maſſe. Sie löſet ſich im kochenden Waſſer auf, aber ſehr ſchwer im kalten Waſſer. Auch dieſe Auflöſung beweiſt eine Säure. Nach dem neuern Syſtem iſt ſie zuſammengeſetzt aus Molybdäenmetall (molybdène) und aus dem Sauerſtoffe.

§. 277.

I. Die Wolframſäure (Acidum wolframicum, Acide tungſtique).

Sie iſt ein Beſtandtheil des Wolframmetalls, welches mit der Kalkerde im Tungſtein oder Schwerſtein verbunden iſt. Sie beſteht ebenfalls aus dem vollkommenen

menen Kalk des Wolframmetalls. Dieſe Säure gewinnt man aus einer ſtarken Digeſtion des Tungſteins und Salpeterſäure, und erſcheinet als ein gelbes Pulver, welches ſich im Waſſer ſchwer auflöſet. Nach dem neuern Syſtem iſt ſie zuſammengeſetzet aus Wolframmetall (Tungstène) und dem Sauerſtoffe.

§. 278.

K. Die Phosphorſäure (Acidum phosphori, Acide phosphorique).

Dieſe Säure macht nicht nur einen Beſtandtheil der thieriſchen Subſtanzen und einiger Pflanzen ſondern auch des Waſſereiſens, Apatits u. ſ. aus, daher ſelbige auch unter die mineraliſche Säure gerechnet werden kann, ob ſie gleich am beſten aus der Aſche der thieriſchen Knochen bereitet wird. Man macht nemlich bis zur Weiße kalcinirte Knochen zu einem feinen Pulver und gießt hierüber verdünnte Schwefelſäure. Da nun hierdurch der Schwefel ſich mit der Knochenerde verbindet, der Sauerſtoff aber mit dem Phosphor der Knochen, ſo läßt ſich alsdenn das Flüſſige davon abgießen. Durchs Abdampfen dieſes Flüſſigen kann man die Phosphorſäure in feſter Geſtalt erhalten, weil ſie feuerbeſtändig iſt. Sie fließt daher auch im Feuer in Geſtalt eines weißen und durchſichtigen Glaſes. Dieſe Säure iſt nach dem neuern Syſteme zuſammengeſetzet aus Sauerſtoff und dem einfachen Phosphor.

§. 279.

L. Die Bernſteinſäure (Acidum ſuccini, Acide ſuccinique).

Dieſe macht einen Beſtandtheil des Bernſteins aus. Allem Vermuthen nach iſt der Bernſtein ein Produkt des Pflanzenreichs, und daher iſt auch die Bernſteinſäure eigentlich mehr als eine Pflanzenſäure zu betrachten.

ten. Man gewinnt ſie durch die Deſtillation aus dem Bernſtein. In ganz reinem Zuſtande iſt ſie weiß und im heißen Waſſer mehr als im kalten Waſſer auflösbar. Ihre Kryſtalle ſind dreyſeitig prismatiſch, welche an der Luft weiter keine Veränderung leiden. Nach dem neuern Syſteme beſteht ſie aus der bernſteinſauren Baſis und aus dem Sauerſtoffe.

§. 280.

Der allgemeine Charakter der Laugenſalze oder Alkalien iſt, daß ſie einen ſcharfen, brennenden und ätzenden Geſchmack haben, die blaue Farbe verſchiedener Pflanzenpigmente als z. B. des Veilchenſaftes in eine grüne, die rothe Farbe einiger Pflanzenpigmente z. B. des Fernambukſholzes in eine violette, und die gelbe verſchiedener Pigmente z. B. der Curkumanwurzel in eine braune verwandeln. Auch zerſtören ſie thieriſche Theile, mit welchen ſie in Berührung kommen, indem ſie dieſelben auflöſen. Ueberhaupt heben die Laugenſalze die Wirkungen der Säuren auf die nemlichen Farben der Pflanzenpigmente auf, ſo wie die Säuren die Wirkungen der Alkalien darauf zernichten. Z. B. die Lakmustinktur, welche durch Zuſatz einer Säure roth geworden iſt, wird von Alkalien wieder blau. Bis jetzt kennt man von dieſer Gattung nur drey Arten, das Gewächsalkali, das Mineralalkali und das flüchtige Alkali. Das Gewächsalkali gehöret eigentlich nicht ins Mineralreich, ſondern ganz allein ins Pflanzenreich.

§. 281.

A. Das Gewächsalkali, reine Pottaſche (alcali vegetabile, Potaſſe).

Dieſes Salz erhält man aus der Aſche der verbrannten Salze, indem man über die Aſche Waſſer gießt,

wodurch die Pottaſche aufgelöſet wird, und die übrige Erde der Aſche zurückbleibet. Die dadurch erhaltene Lauge giebt durchs Abdampfen die gewöhnliche Pottaſche, welche alsdenn noch calciniret wird. Dieſe Pottaſche iſt aber noch nicht ganz rein, ſondern iſt immer mit Kohlenſäure verbunden. Um nun dieſe rein zu erhalten, muß ſie im Waſſer aufgelöſet, und zwey bis dreymal ſo viel reine Kalcherde zugeſetzet, und ſodann dieſes Gemiſche filtriret und abgedampfet werden. Dieſe reine Pottaſche iſt weiß, trocken und feſt, ſchmeckt ſcharf und brennt die Haut. Im Glühefeuer ſchmelzt dieſes Salz und verfliegt nicht leicht, welches jedoch in einem ſehr heftigen Feuer geſchiehet. Im Waſſer löſet es ſich leicht auf, und zieht aus der Luft ſehr ſchnell Feuchtigkeit an und zerfließet. Auch mit den Oelen vermiſcht ſich dieſes Salz, und bringt dadurch die bekannte Seife zum Vorſchein. Nach dem neuern Syſtem iſt es eine einfache Subſtanz.

§. 282.

B. Das Mineralalkali, Soda (Alcali minerale, ſoda, ſoude).

Dieſes Salz iſt der Pottaſche in Anſehung der Eigenſchaften ſehr ähnlich, auſſer daß die Pottaſche eine größere Verwandſchaft zu den Säuren hat als die Soda. Man gewinnt dieſes Salz theils aus der Aſche verſchiedener am geſalzenen Meeresufer wachſenden Pflanzen, theils aber auch aus Neutralſalzen, worin es mit einer Säure verbunden im Mineralreiche vorkommt. Sie zieht nicht ſo wie die Pottaſche die Feuchtigkeit aus der Luft an, ſie wird vielmehr in ſelbiger trocken, und ihre Kryſtalle zerfallen in ein weißes Pulver. In einem ſehr heftigen Feuer verfliegt ſie, und löſet ſich im Waſſer mit Wärme auf und zwar mit einem unangenehmen Geruche. Mit Kieſelerde ſchmelzt

ſchmelzt ſie leichter als die Pottaſche. Nach dem neuern Syſteme iſt dieſes Salz ebenfalls eine einfache Subſtanz.

§. 283.

C. Das flüchtige Alkali, Ammoniak (alcali volatile, ammoniacum, ammoniaque).

Dieſes Salz gewinnt man vorzüglich durch die Deſtillation der thieriſchen Subſtanzen, ob es gleich auch einen Beſtandtheil in einigen Subſtanzen des Pflanzenreichs ausmacht. Um es von allen fremdartigen Körpern zu reinigen, vereiniget man es anfänglich mit Kochſalzſäure, und trennt hernach dieſe durch Zuſezzung von Kalkerde oder Pottaſche. Im ganz reinſten Zuſtande, ohne Kohlenſäure, läßt ſich dies Salz nicht anders als in luftförmiger Geſtalt darſtellen. Es verbindet ſich alsdenn dieſes Gas ſehr leicht mit kaltem Waſſer, und wird **ätzender Salmiakgeiſt** oder **liquides Ammoniak** genennt. Es hat dieſes Salz einen ſehr durchdringenden und beiſſenden Geruch. Es heißt auch **urinöſes Salz**. Nach dem neuern Syſteme iſt es zuſammengeſetzt aus Waſſerſtoff (hydrogène) und Stickſtoff (azote).

§. 284.

Die Laugenſalze haben mit den ſauren Salzen eine ſehr große Verwandſchaft, und verbinden ſich unter einander zu neuen Körpern, welche ganz andere Eigenſchaften beſitzen, als die Alkalien und Säuren für ſich. Sowohl in Anſehung ihres Geſchmacks als auch in Anſehung ihrer Wirkung auf die Farben der Pflanzenpigmente unterſcheiden ſie ſich weſentlich von den Alkalien und Säuren. Diejenigen Salze, welche eben aus der innigſten Verbindung der Säuren mit den Alkalien entſpringen, und worin weder das eine noch das andere prädominiret, heißen **Neutralſalze**

(ſalia neutra). Es giebt alſo eine jede Säure mit den drey Laugenſalzen ein eigenes Neutralſalz, folglich iſt die Anzahl der Neutralſalze dreymal ſo groß, als die Anzahl der bekannten Säuren. Die meiſten Neutralſalze ſind freylich Produkte der Kunſt. Vorzüglich muß man aber den Grund der unter einander weſentlich verſchiedenen Säuren und Alkalien in der Verſchiedenheit der Neutralſalze ſuchen, welche durch die Verbindung der Säuren und Alkalien erzeuget werden. Denn nur dieſe Säuren oder dieſe Alkalien ſind als weſentlich verſchieden zu betrachten, welche mit ein und dem nemlichen Alkali oder mit ein und der nemlichen Säure, in ihren Eigenſchaften verſchiedene Neutralſalze liefern. Was den Unterſchied der Neutralſalze ſelbſt anlangt, ſo liegt dieſer theils im Geſchmacke, theils in der Auflösbarkeit, theils in der Feuerbeſtändigkeit, theils in der Flüchtigkeit, theils aber auch in den kryſtalliſirten Formen und Geſtalten.

§. 285.

Die Neutralſalze, welche durch die Verbindung der angeführten Säuren mit den Alkalien entſtehen, ſind folgende:

1. Schwefelſäure mit Pottaſche: vitrioliſirter Weinſtein, ſchwefelgeſäuerte Pottaſche (tartarus vitriolatus, ſulfate de Potaſſe). Es ſchmeckt bitter, bildet Kryſtalle beynahe wie die Bergkryſtalle, ſchmelzt bey ſtarker Hitze und löſet ſich im kalten Waſſer ſchwerer als im warmen auf.

2. Schwefelſäure mit Soda: Glauberſalz, ſchwefelgeſäuerte Soda (ſal mirabile Glauberi, ſulfate de ſoude). Es ſchmeckt bitter, ſchmelzt leicht im Feuer, löſet ſich auch leicht im Waſſer, und noch mehr im warmen auf, an der Luft zerfällt es bald in feines Pulver.

3. Schwefelſäure mit Ammoniak: Glaubers Salmiak, ſchwefelgeſäuerter Ammoniak (ſal ammoniacum ſecretum Glauberi, ſulfate ammoniacal) die Kryſtallen ſind nadelförmig, und zerfallen in der Luft nicht.

Es

Es ſchmeckt ſehr bitter, ſchmelzt das Eis bey ſehr groſſer vermehrter Kälte und löſet ſich leicht im Waſſer auf.

4. Salpeterſäure mit Pottaſche: gemeiner Salpeter, ſalpetergeſäuerte Pottaſche (Nitrum vulgare, Nitrate de Potaſſe). Die Kryſtalle ſind hohle ſechsſeitige Prismen, welche an der Luft nicht zerfallen. Er löſet ſich leicht im Waſſer auf.

5. Salpeterſäure mit Soda: Rhomboidalſalpeter, ſalpetergeſäuerte Soda (Nitrum rhomboidale, Nitrate de ſoude); hat einen bittern und kühlen Geſchmack, große rhomboidaliſche Metalle, welche einige Feuchtigkeit aus der Luft anziehen; auch löſet es ſich im Waſſer leicht auf, ſchmelzt aber nicht ſo leicht wie der Salpeter.

6. Salpeterſäure mit Ammoniak: Salpeterſalmiak, ſalpetergeſäuerte Ammoniak (Nitrum flammans, Nitrate d'ammoniaque). Die Kryſtalle ſind nadelförmig und hat einen bittern und kühlen Geſchmack. Es ſaugt etwas Feuchtigkeiten aus der Luft, und verpufft für ſich, löſet ſich auch leicht im Waſſer auf.

7. Kochſalzſäure mit Pottaſche: Digeſtivſalz, kochſalzgeſäuerte Pottaſche (ſal digeſtivum ſylvii, febrifugum, muriate de Potaſſe). Es bildet kubiſche Kryſtallen und hat einen ſalzigen bittern Geſchmack. Es löſet ſich im Waſſer leicht auf, und zieht aus der Luft einige Feuchtigkeiten an.

8. Kochſalzſäure mit Soda: Küchenſalz, kochſalzgeſäuerte Soda (ſal culinare, muriatum, foſſile, Muriate de ſoude). Es bildet regelmäßige kubiſche Kryſtallen; fließt bey einer ſtarken Hitze, und löſet ſich leicht im Waſſer auf.

9. Kochſalzſäure mit Ammoniak: gemeiner Salmiak, kochſalzgeſäuerte Ammoniak (ſal ammoniacum vulgare, muriate d'ammoniaque). Der Geſchmack iſt ſcharf und beiſſend, die Kryſtallen ſind lang, ſechsſeitig pyramidaliſch, welche elaſtiſch und biegſam ſind; leidet in der Luft keine Veränderung, löſet ſich im warmen Waſſer leicht auf, und bringt eine ſehr große Kälte mit Eis vermiſcht, hervor.

10. Flußſpathſäure mit Pottaſche: flußſpathgeſäuerte Pottaſche (alcali vegetabile fluoratum; Fluate de Potaſſe); es zerfließt an der Luft und iſt ſchwer zu kryſtalli-

ſtalliſiren. Es hat mehrentheils die Geſtalt wie Gallerte und löſet ſich leicht im Waſſer auf.

11. Flußſpathſäure mit Soda: flußſpathgeſäuerte Soda (alcali minerale fluoratum, Fluate de ſoude). Es hat einen bittern Geſchmack, und giebt kleine prismatiſche Kryſtallen.

12. Flußſpathſäure mit Ammoniak: flußſpathgeſäuerte Ammoniak (Alcali volatile fluoratum, Fluate d'ammoniaque). Es bildet kleine prismatiſche Kryſtalle, welche an der Luft leicht zerfließen.

13. Boraxſäure mit Pottaſche: boraxgeſäuerte Pottaſche (alcali vegetabile boraxatum, Borate de Potaſſe). Es bildet vierſeitige prismatiſche Kryſtallen, welche ſich an der Luft nicht ändern.

14. Boraxſäure mit Soda: boraxgeſäuerte Soda (alcali minerale boraxatum, Borate de ſoude). Bildet ſechsſeitige prismatiſche Kryſtallen und hat einen zuſammenziehenden Geſchmack.

15. Boraxſäure mit Ammoniak: boraxgeſäuerte Ammoniak (alcali volatile boraxatum, Borate d'ammoniaque). Es ſchmeckt ſcharf und zerfließt an der Luft. Es löſet ſich auch leicht im Waſſer auf.

16. Kohlenſäure mit Pottaſche: kohlengeſäuerte Pottaſche (alcali vegetabile aeratum, ſal tartari, Carbonate de Potaſſe). Dieſes Salz bildet regelmäßige vielſeitige Kryſtallen, welche an der Luft zerfließen, und dann nennt man es oleum tartari per deliquium. Es fließt bey geringer Hitze und löſet ſich im Waſſer leicht auf.

17. Kohlenſäure mit Soda: kohlengeſäuerte Soda (Alcali minerale aeratum, Carbonate de ſoude). Bildet rhomboidaliſche Kryſtalle, welche in der Luft verwittern, ſchmelzt bey geringer Hitze und löſet ſich im Waſſer leicht auf.

18. Kohlenſäure mit Ammoniak: kohlengeſäuerte Ammoniak (Alcali volatile aeratum, ſal volatile cornu cervi, Carbonate d'ammoniaque). Giebt prismatiſche vierſeitige Kryſtallen. Es zieht einige Feuchtigkeit an der Luft an ſich, und löſet ſich leicht im Waſſer auf.

19. Arſenikſäure mit Pottaſche: arſenikgeſäuerte Pottaſche (alcali vegetabile arſenicum, Arſeniate de Potaſſe); bildet große rhomboidaliſche Kryſtalle, welche an der Luft keine Aenderung leiden und in ſtarker Hitze zu Glas ſchmelzen.

20. Arſenikſäure mit Soda: arſenikgeſäuerte Soda (alcali minerale arſenicatum, Arſeniate de ſoude), bildet achtſeitige Kryſtallen, welche an der Luft verwittern.

21. Arſenikſäure mit Ammoniak: arſenikgeſäuerte Ammoniak (alcali volatile arſenicatum, Arſeniate d'ammoniaque), bildet rhomboidaliſche Kryſtallen, welche an der Luft keine Aenderung leiden.

22. Molybdänſäure mit Pottaſche: molybdängeſäuerte Pottaſche (alcali vegetabile molybdaenatum, Molybdate de Potaſſe.)

23. Molybdänſäure mit Soda: molybdängeſäuerte Soda (alcali minerale molybdaenatum, Molybdate de ſoude.)

24. Molybdänſäure mit Ammoniak: molybdängeſäuerte Ammoniak (alcali volatile molybdaenatum, Molybdate d'ammoniaque).

25. Wolframſäure mit Pottaſche: wolframgeſäuerte Pottaſche (alcali vegetabile wolframiatum, Tunſtate de Potaſſe).

26. Wolframſäure mit Soda: wolframgeſäuerte Soda (alcali minerale wolframiatum, Tunſtate de ſoude).

27. Wolframſäure mit Ammoniak: wolframgeſäuerte Ammoniak (alcali volatile wolframiatum, Tunſtate d'ammoniaque). Dieſe drey Salze bilden nadelförmige Kryſtallen, welche ſich im Waſſer auflöſen laſſen.

28. Phosphorſäure mit Pottaſche: phosphorgeſäuerte Pottaſche (alcali vegetabile phosphoratum, Phosphate de Potaſſe), bildet vierſeitige prismatiſche Kryſtallen, ſchmelzt bey einem hohen Grade von Feuer zu Glas und löſet ſich nicht im Waſſer auf.

29. Phosphorſäure mit Soda: phosphorgeſäuerte Soda (alcali minerale phosphoratum, Phosphate de ſoude), bildet rhomboidaliſche Kryſtallen, die an der Luft verwittern und löſet ſich im Waſſer auf.

30. Phosphorſäure mit Ammoniak: phosphorgeſäuerte Ammoniak (alcali volatile phosphoratum, phosphate d'ammoniaque). Zerfließt an der Luft nicht, und löſet ſich im Waſſer auf.

31. Bernſteinſäure mit Pottaſche: bernſteingeſäuerte Pottaſche (alcali volatile ſuccinatum, ſuccinate de Potaſſe), ſchmeckt bitter und zerfließt an der Luft.

32. Bernſteinſäure mit Soda: bernſteingeſäuerte Soda (alcali minerale ſuccinatum, ſuccinate de ſoude), bildet dreyſeitige Kryſtallen, welche an der Luft nicht zerfließen.

33. Bernſteinſäure mit Ammoniak: bernſteingeſäuerte Ammoniak (alcali volatile ſuccinatum, ſuccinate d'ammoniaque), bildet nadelförmige Kryſtallen, welche an der Luft zerfließen.

2. Von den Erden.

§. 286.

Unter Erden (terrae) verſteht man unentzündliche, feuerbeſtändige Körper, welche ſich ohne Zwiſchenmittel in 200 Theilen Waſſer nicht auflöſen laſſen. Einfache Erden (terrae primitivae) heißen diejenigen, welche man durch die Kunſt in keine andern ungleichartigen Beſtandtheile zerlegen kann. Von dieſen einfachen Erden kennt man folgende: 1. Die Kalkerde. 2. Die Bittererde. 3. Die Schwererde. 4. Die Auſtralerde. 5. Die Strontionerde. 6. Die Alaunerde. 7. Die Kieſelerde. 8. Die Zarterde. 9. Die Zirkonerde.

§. 287.

Viele von dieſen Erden verbinden ſich mit den Säuren auf eine ähnliche Weiſe wie die Alkalien, verlieren aber dadurch ihre Eigenſchaften als Säuren auf andere Körper zu wirken. Sie heißen aus dieſem Grunde

Grunde auch alkaliſche oder abſorbirende Erden. Die daher entſtandenen vermiſchten Körper nennt man alsdann Mittelſalze (ſalia media). Die mehreſten von dieſen Mittelſalzen hat man freylich in der Natur noch nicht gefunden, ſondern ſind lauter Produkte der Kunſt, unterſcheiden ſich aber weſentlich theils in der Auflösbarkeit, theils in der Kryſtalliſirung, theils im Geſchmack u. d. g.

§. 288.

Die Kalkerde findet man in der Natur nie ganz rein, ſondern iſt beynahe immer mit Säuren verbunden. Die reine Kalkerde iſt graulich weiß, und hat einen ätzenden beißenden Geſchmack. Man gewinnt ſie aus der rohen Kalkerde (calx cruda), welche gewöhnlich mit Kohlenſäure geſättiget iſt, dergleichen die Kreide, der Kalkſpath, der Marmor und der gemeine Kalk iſt, wenn man die Kohlenſäure durchs Brennen im Feuer davon ſcheidet. Dieſer dadurch erhaltene reine Kalk heißt gebrannter oder lebendiger Kalk (calx uſta viva). Dieſe reine Kalkerde löſet ſich im Waſſer mit einer großen Heftigkeit auf, und erhöhet dabey den Grad der Hitze ungemein. Zu dieſer Auflöſung gebrauchet ſie 680 Theile Waſſer. Man nennt ſie das Kalkwaſſer (aqua calcis vivae), welche für ſich klar und durchſichtig iſt, auf Farben der Pflanzenpigmente wie ein Alkali wirkt, einen ätzenden Geſchmack hat, thieriſche Theile auflöſet, bey Ausſchließung der Luft unverändert bleibet, und aus der Atmoſphäre ſehr ſchnell kohlenſaures Gas einſauget. Dadurch kommt es, daß ſich beſtändig auf dem Kalkwaſſer eine Haut zeiget, welche allmählig dicker und feſter wird, zu Boden ſinkt, wieder eine neue zum Vorſchein kommt u. ſ. f. bis alles Waſſer abgedampſt iſt. Eine ſolche Haut nennt man den Kalkrahm und iſt nichts weiter als rohe Kalkerde,

welche mit der aus der Atmoſphäre eingeſogenen Luftſäure geſättiget iſt. Eben dieſe Veränderung wiederfährt dem gebrannten Kalk ſelbſt, wenn er frey an der Luft lieget, er ſaugt nemlich nach und nach wieder Kohlenſäure und Waſſer ein, und wird dadurch nach und nach gelöſcht; daher er auch zerfällt und ſeine Schärfe verlieret. Dieſe Kalkerde verbindet ſich leicht mit der Kieſelerde, und eben aus dieſer Verbindung entſtehet der **Mörtel.**

§. 289.

Die Kalkerde giebt in Verbindung mit den mineraliſchen Säuren folgende Mittelſalze:

1. Mit Schwefelſäure: Selenit, Alabaſter, Gyps, (Gypſum, ſelenites, ſulfate de chaux). Findet ſich in der Natur häufig, hat prismatiſche dünne Kryſtallen, welche an der Luft keine Veränderung leiden. Im Feuer zerfällt ſie in Pulver und wird dann gebrannter Gyps genannt. Iſt im Waſſer ſchwer auflösbar indem ſie beynahe 500 Theile Waſſer verlangt.

2. Mit Salpeterſäure: Kalkſalpeter, ſalpetergeſäuerte Kalkerde (calx nitrata, Nitrate calcaire). Die Kryſtallen ſind den Salpeterkryſtallen ähnlich und haben einen bittern unangenehmen Geſchmack. Sie ſchmelzt leicht, und leuchtet nach dem Erkalten, und heißt alsdenn Balduins Phoſphor. Es zerfließt dieſe Erde an der Luft, und löſet ſich leicht im Waſſer auf.

3. Mit Kochſalzſäure: kochſalzgeſäuerte Kalkerde (ſal ammoniacum fixum, Oleum calcis, calx muriatica, muriate de chaux). Die Kryſtallen ſind vierſeitig und prismatiſch, und zerfließen an der Luft. Sie löſet ſich leicht im Waſſer auf. Bey einer ſtarken Hitze fließt ſie, verlieret das Kryſtalliſationseis und bleibt als Salz in trockener Geſtalt zurück, welches leuchtet, und Hombergs Phoſphor genennet wird.

4. Mit Flußſpathſäure: Flußſpath, flußſpathgeſäuerte Kalkerde (fluor mineralis, fluate calcaire). Findet ſich in der Natur, bildet kubiſche halbdurchſichtige Kryſtallen,

ſtallen. Sie löſet ſich im Waſſer nicht und erleidet an der Luft keine Aenderung.

5. Mit Boraxſäure: Kalkborax, Boracit, boraxgeſäuerte Kalkerde (calx boraxata, Borate de chaux). Kryſtalliſiret ſich in weißen Flocken und löſet ſich in 10 Theilen kochendem Waſſer auf.

6. Mit Kohlenſäure: rohe Kalkerde, Kreide, Marmor, Kalkſpath u. ſ. kohlengeſäuerte Kalkerde (calx aërata, Carbonate de chaux).

7. Mit Arſenikſäure: arſenikgeſäuerte Kalkerde (calx arſenicata, Arſeniate de chaux).

8. Mit Molybdänſäure: molybdängeſäuerte Kalkerde (calx molybdaenica, Molybdate de chaux).

9. Mit Wolframſäure: Tungſtein, Schwerſtein, wolframgeſäuerte Kalkerde (lapis ponderoſus, Tunſtate de chaux). Iſt im Waſſer unauflösbar.

10. Mit Phosphorſäure: Knochenerde, Apatit, phosphorgeſäuerte Kalkerde (calx phosphorata, Phosphate de chaux). Sie findet ſich in den Knochen der Thiere, und iſt beynahe im Waſſer unauflöslich.

11. Mit Bernſteinſäure: bernſteingeſäuerte Kalkerde (calx ſuccinata, ſuccinate de chaux). Sie verändert ſich an der Luft nicht, und läßt ſich ſchwer im Waſſer auflöſen.

§. 290.

Die Bittererde, welche auch **Talkerde** genennet wird, (magneſia, terra muriatica, Magneſie) wird in der Natur niemals ganz rein gefunden. In ihrem reinen Zuſtande iſt ſie weiß und ohne Geſchmack, ſchmelzt in dem allerſtärkſten Feuer nicht, ſondern zieht ſich zuſammen, und iſt weder im kalten noch warmen Waſſer auflösbar. Mit den oben angeführten mineraliſchen Säuren giebt ſie in Verbindung folgende Mittelſalze:

1. Mit Schwefelſäure: Bitterſalz, engliſches Salz, Epſomſalz, ſchwefelgeſäuerte Bittererde (ſal Epſom, ſulfate de Magnèſie). Sie ſchmeckt bitter, bildet nadelförmige Kryſtalle, und verwittert an der Luft. Es läßt ſich dieſes Salz im Waſſer auflöſen.

2. Mit Salpeterſäure: ſalpetergeſäuerte Bittererde (magneſia nitrata, Nitrate de magnèſie). Dieſe Erde ſchmeckt bitter, und giebt vierſeitige prismatiſche Kryſtallen. Es zieht auch in der Luft das Waſſer an ſich und läßt ſich im Waſſer auflöſen.

3. Mit Kochſalzſäure: kochſalzgeſäuerte Bittererde (magneſia muriatica, muriate de magnèſie). Sie ſchmeckt ſehr bitter, ihre Kryſtalle ſind nadelförmig und fein, welche in der Luft zerfließen, und löſet ſich im Waſſer auf.

4. Mit Flußſpathſäure: flußſpathgeſäuerte Bittererde (magneſia fluorata, Fluate de Magnèſie).

5. Mit Boraxſäure: boraxgeſäuerte Bittererde (magneſia boraxata, Borate de magnèſie).

6. Mit Kohlenſäure: kohlengeſäuerte Bittererde (magneſia aërata, vulgaris, Carbonate de magnèſie). Sie erſcheint gemeiniglich in Geſtalt eines Pulvers oder einer Erde, und iſt ſchwer zu kryſtalliſiren. Bey einer großen Hitze verliert ſie ihr Kryſtalliſationswaſſer, und leuchtet alsdenn im Dunkeln. In der Luft bleibt ſie unverändert und löſet ſich ſchwer im Waſſer auf.

7. Mit Arſenikſäure: arſenikgeſäuerte Bittererde (Magneſia arſenicata, arſeniate de magnèſie).

8. Mit Molybdänſäure: molybdängeſäuerte Bittererde (Magneſia molybdaenica, molybdate de magnèſie).

9. Mit Wolframſäure: wolframgeſäuerte Bittererde (Magneſia wolframiata, Tunſtate de magnèſie).

10. Mit Phosphorſäure: phosphorgeſäuerte Bittererde (Magneſia phosphorata, Phosphate de magnèſie). Man erhält mit Mühe daraus nadelförmige Kryſtallen, welche an der Luft zerfließen, und löſet ſich ſchwer im Waſſer auf.

11. Mit Bernſteinſäure: bernſteingeſäuerte Bittererde (Magneſia ſuccinata, ſuccinate de magnèſie). Zerfließt an der Luft und läßt ſich nicht kryſtalliſiren.

§. 291.

§. 291.

Die Schwererde (terra ponderata, Baryte) wird ebenfalls niemals in der Natur ganz rein gefunden. Die reine Schwererde ſieht weiß und hat keinen Geſchmack. Dem Feuer ausgeſetzet wird ſie anfänglich bläulich, ſchmelzt alsdenn bey größerer Hitze. An der Luft ſaugt ſie Kohlenſäure ein, und löſet ſich nach Bergmann, welcher ſie entdeckt hat, in 900 Theilen Waſſer auf. Dieſe Auflöſung färbt die blauen Pflanzenſäfte grün, und wird an der Luft mit einem Häutchen bedeckt, welches immer wieder von neuem entſteht, wenn das erſte weggenommen wird, hat übrigens einen ſcharfen und ätzenden Geſchmack. Mit Säuren verbunden liefert ſie folgende Mittelſalze:

1. Mit Schwefelſäure: Schwerſpath, Bologneſerſtein, ſchwefelgeſäuerte Schwererde (ſpathum ponderoſum, ſulfate de barbyte). Ihre Kryſtallen ſind rhomboidaliſch. Iſt ſie dem Feuer ausgeſetzet worden, ſo leuchtet ſie im Finſtern mit einem bläulichen Lichte. Im Waſſer löſet ſie ſich nicht auf.

2. Mit Salpeterſäure: ſalpetergeſäuerte Schwererde (terra ponderoſa nitrata, nitrate de baryte). Ihr Geſchmack iſt bitter und giebt große ſechseckichte Kryſtalle. Im Waſſer löſet ſie ſich ſchwer auf, und zerfließt an der Luft nicht.

3. Mit Kochſalzſäure: kochſalzgeſäuerte Schwererde (terra ponderoſa muriatica, muriate de barbyte). Ihr Geſchmack iſt brennend und unangenehm, ſchießt in rhomboidaliſchen Kryſtallen an, welche ſich an der Luft nicht verändern, und löſet ſich ſchwer im Waſſer auf.

4. Mit Flußſpathſäure: flußſpathgeſäuerte Schwererde (terra ponderoſa fluorata, Fluate de baryte).

5. Mit Boraxſäure: boraxgeſäuerte Schwererde (terra ponderoſa boraxata, Borate de barbyte).

6. Mit Kohlenſäure: Witherit, kohlengeſäuerte Schwererde (terra ponderoſa aërata, Carbonate de barbyte). Bildet prismatiſche Kryſtallen, welche an der

der Luft keine Aenderung leiden und im Waſſer ſchwer aufloͤslich ſind.

7. Mit Arſenikſaͤure: arſenikgeſaͤuerte Schwererde (terra ponderoſa arſenicata, Arſeniate de barbyte).

8. Mit Molybdaͤnſaͤure: molybdaͤngeſaͤuerte Schwererde (terra ponderoſa melybdaenica, Molybdate de barbyte).

9. Mit Wolframſaͤure: wolframgeſaͤuerte Schwererde (terra ponderoſa wolframica, Tunſtate de baryte).

10. Mit Phosphorſaͤure: phosphorgeſaͤuerte Schwererde (terra ponderoſa phosphorata, Phosphorate de barbyte). Laͤßt ſich nicht kryſtalliſiren und iſt im Waſſer beynahe nicht aufloͤsbar.

11. Mit Bernſteinſaͤure: bernſteingeſaͤuerte Schwererde (terra ponderoſa ſuccinata, ſuccinate de barbyte). Iſt im Waſſer ſchwer aufzuloͤſen, und veraͤndert ſich an der Luft nicht.

§. 292.

Die Auſtralerde, welche von Herrn Wedgwood in einer Erdart von Neu-Suͤd-Wales entdecket worden, loͤſet ſich in keiner andern Saͤure, als in der Kochſalzſaͤure auf und zwar alsdenn, wenn dieſe Saͤure kocht. Im ſtarken Feuer ſchmelzt ſie leicht. In Verbindung mit der Kochſalzſaͤure giebt ſie das Mittelſalz; die kochſalzgeſaͤuerte Auſtralerde, deren Eigenſchaften noch wenig bekannt ſind.

§. 293.

Die Strontionerde (ſtrontiona) befindet ſich in dem ſogenannten Strontionit als einem Foſſil, das in Schottland in Strontion gefunden wird. Die reine von Kohlenſaͤure befreyete Strontionerde hat einen aͤtzenden Geſchmack und loͤſet ſich in 250 Theilen warmen Waſſer auf. Sie verbindet ſich allein mit der Salpeterſaͤure, mit der Schwefelſaͤure aber nur alsdenn, wenn ſie darin gekocht wird.

§. 294.

§. 294.

Die Alaunerde oder Thonerde (terra aluminaris, argillaris, Alumine) findet man häufig in der Natur und zuweilen ganz rein. Sie macht einen Beſtandtheil des gemeinen Thons aus, worin ſie mit Kieſelerde verbunden iſt. Im Waſſer läßt ſie ſich nicht auflöſen, aber ſehr fein zertheilen, und giebt mit wenig Waſſer einen zähen Teig. Wenn ſie völlig ausgetrocknet iſt, ſo läßt ſie ſich im Feuer ſo hart brennen, daß ſie mit einem Stahle Feuer giebt; alsdenn aber läßt ſie ſich nicht wieder im Waſſer zu einem Teige bringen. Von den Alkalien wird ſie auf dem naſſen Wege aufgelöſet. Mit der Kohlenſäure verbindet ſie ſich gar nicht, mit den übrigen mineraliſchen Säuren aber liefert ſie folgende Mittelſalze:

1. Mit Schwefelſäure: gemeinen Alaun, ſchwefelgeſäuerte Alaunerde (Alumen vulgare, Sulfate d'Alumine). Der Geſchmack iſt ſüßlich und zuſammenziehend, und ihre Kryſtalle achteckicht. An der Luft zerfällt der Alaun ein wenig zu einem weißen Pulver, löſet ſich aber in warmem Waſſer leicht, in kaltem ſchwer auf.
2. Mit Salpeterſäure: ſalpetergeſäuerte Alaunerde (argilla nitrata, nitrate d'alumine). Hat kleine prismatiſche Kryſtallen, welche an der Luft zerfließen, der Geſchmack iſt noch mehr zuſammenziehender als beym Alaun.
3. Mit Kochſalzſäure: kochſalzgeſäuerte Alaunerde (argilla muriatica, muriate d'alumine). Hat einen zuſammenziehenden Geſchmack, läßt ſich ſchwer kryſtalliſiren.
4. Mit Flußſpathſäure: flußſpathgeſäuerte Alaunerde (argilla fluorata, Fluate d'alumine).
5. Mit Boraxſäure: boraxgeſäuerte Alaunerde (argilla boraxata, Borate d'alumine).
6. Mit Arſenikſäure: arſenikgeſäuerte Alaunerde (argilla arſenicata, Arſeniate d'alumine).
7. Mit Molybdänſäure: molybdängeſäuerte Alaunerde (argilla molybdaenica, Molybdate d'alumine).

8. Mit Wolframſäure: wolframgeſäuerte Alaunerde (argilla wolframica, Tunſtate d'alumine).

9. Mit Phosphorſäure: phosphorgeſäuerte Alaunerde (argilla phosphorata, Phosphate d'alumine). Zieht Feuchtigkeit aus der Luft an, läßt ſich leicht im Waſſer auflöſen, aber nicht leicht kryſtalliſiren.

10. Mit Bernſteinſäure: bernſteingeſäuerte Alaunerde (argilla ſuccinata, ſuccinate d'alumine). Giebt prismatiſche Kryſtallen, welche an der Luft keine Aenderung leiden.

§. 295.

Die Kieſelerde (terra ſilica) findet man in der Natur ſehr häufig und auch rein. Sie iſt weder im Feuer, noch an der Luft, noch im Waſſer auflöslich; mit Alkalien aber ſchmelzt ſie in der Hitze zuſammen und giebt das genugſam bekannte Glas. Dieſes Glas hat jedoch nach gewiſſen Verhältniſſen der Kieſelerde und des Alkali, welche zuſammengeſchmolzen werden, auch verſchiedene Eigenſchaften. Im gehörigen Verhältniſſe der Kieſelerde und des Alkali erhält man das gemeine Glas, welches durchſichtig, hart, ſpröde, im Waſſer unauflöslich, auf dem Bruche glänzend, und im Feuer ſchmelzbar iſt; verbindet man aber viel Alkali mit wenig Kieſelerde, ſo wird das daraus geſchmolzene Glas ſehr weich, welches ſich im Waſſer auflöſet, und an der Luft Feuchtigkeiten einſauget und zerfließet. Die Auflöſung dieſes Glaſes im Waſſer nennt man Kieſelwaſſer (liquor ſilicum). Die Säuren, welche ſich mit dem Alkali verbinden, ſchlagen darin die Kieſelerde nieder. Uebrigens hat die Kieſelerde mit den Säuren keine Verwandſchaft auſſer mit der Flußſpathſäure.

§. 296.

Die Zarterde oder Demantſpatherde iſt von Herrn Klaproth in dem Demantſpath entdecket wor-

worden. Sie verbindet ſich weder mit Säuren noch mit Alkalien, und wegen des letztern Kennzeichens unterſcheidet ſie ſich vorzüglich von der Kieſelerde.

§. 297.

Die Zirkonerde (Circonia) iſt ebenfalls von Herrn Klaproth in den Zirkonen, nachher auch im Hyacinth entdecket worden. Dieſe Erde löſet ſich leicht in Säuren auf auſſer in der Kohlenſäure, mit den Laugenſalzen läßt ſie ſich aber nicht zuſammenſchmelzen, und unterſcheidet ſich dadurch vorzüglich von der Kieſelerde; nur mit Borax giebt ſie im Fluſſe Glas.

3. Von den Metallen.

§. 298.

Die metalliſchen Körper unterſcheiden ſich durch ihre Undurchſichtigkeit, Dehnbarkeit, Zähigkeit, ſpecifiſche Schwere, Unauflösbarkeit im Waſſer, den eigenthümlichen Glanz und das Verhalten in Anſehung der Schmelzbarkeit. Ihre Beſtandtheile ſind bis jetzt noch nicht entdeckt. Beym Schmelzen nehmen ſie insgeſammt eine convexe Oberfläche an. Man kennt bis jetzt 18 Metalle 1. das Gold. 2. Das Platinum. 3. Das Silber. 4. Das Queckſilber. 5. Das Kupfer. 6. Das Bley. 7. Das Zinn. 8. Das Eiſen. 9. Das Zink. 10. Das Spiesglanz. 11. Das Wismuth. 12. Das Kobolt. 13. Das Nickel. 14. Das Magneſium oder Braunſtein. 15. Das Uranium. 16. Das Wolfram. 17. Das Molybdän. 18. Das Arſenik.

§. 299.

Die meiſten von dieſen Metallen ſind ſo geſchmeidig, daß ſie die Eigenſchaft beſitzen, unter dem

Hammer ſich dehnen oder platt drücken zu laſſen; im Gegentheil ſind einige ſo spröde, daß ſie ſogleich in Stücken zerſpringen. Aus dieſem Grunde hat man jene Metalle **vollkommene** oder **ganze Metalle** (metalla perfecta), dieſe aber **unvollkommene** oder **Halbmetalle** (ſemimetalla) genennt. Beym Schmelzen im Feuer erleiden ſie alle, auſſer dem Platinum und Eiſen in der Zwiſchenzeit keine merkliche Veränderung, nur das Eiſen und das Platinum erhalten noch vor dem Schmelzen die merkwürdige Eigenſchaft, daß ſie weich werden, und ſich daher ſchweißen laſſen.

§. 300.

Ein merklicher Unterſchied findet in Anſehung der Schmelzbarkeit der verſchiedenen Metalle ſtatt; das Queckſilber ſchmelzt ſchon bey der Wärme unſerer Atmosphäre, Zinn, Bley, Wismuth und Zink vor dem Glühen, Spiesglanz, Gold, Silber, Eiſen, Kupfer, Kobolt nach dem Glühen und das Platinum in der größten Gluth; alle Metalle aber kryſtalliſiren ſich nach einem ſehr langſamen Erkalten, und es ſind die Kryſtalle bey einigen Metallen ſehr leicht wahrzunehmen, bey andern aber, vorzüglich bey den zähern, fallen ſie nicht ſo ſehr in die Augen.

§. 301.

Bey einem ſehr erhöheten Grade der Temperatur z. B. in dem Brennpunkte großer Brennſpiegel laſſen ſich alle Metalle in expanſible Flüſſigkeiten oder in Dämpfe verwandeln, welches aber bey dem gewöhnlichen Schmelzfeuer nicht geſchiehet, vielmehr ſind bey dieſer Temperatur die mehreſten Metalle als Gold, Platinum, Silber, Kupfer, Eiſen, Bley, Zinn feuerbeſtändig; andere aber, als Queckſilber, Arſenik, Wismuth, Spiesglanz, Zink flüchtig, und laſſen ſich in verſchloſſenen Gefäßen in die Höhe treiben.

§. 302.

Viele von dieſen Metallen laſſen ſich zuſammenſchmelzen, und geben ein eigenes Gemiſch, welches wegen der dadurch erlangten Eigenſchaften im gemeinen Leben von ſehr großem Nutzen iſt. Es giebt aber auch einige, welche ſich durch Schmelzen gar nicht mit einander vereinigen. Die Räume, welche die durchs Zuſammenſchmelzen gemiſchter Metalle einnehmen, ſind bisweilen größer, bisweilen kleiner, auch manchmal eben ſo groß als die Summe der Räume, welche die Theile der vermiſchten Maſſe vor der Vermiſchung einnahmen. Beyſpiele ſind ſchon oben §. 115. angeführet worden.

§. 303.

Bey einem gewiſſen verhältnißmäßigen Grade der Temperatur erfahren alle Metalle, Gold, Silber und Platinum ausgenommen, in der Schmelzhitze eine merkwürdige Veränderung, wenn bey ihnen der Zutritt der freyen Luft verſtattet iſt. Wenn man z. B. Bley in einem offenen Gefäße ſchmelzt, ſo wird die glänzende Oberfläche gar bald eine graue erdigte Haut erhalten; wird dieſe weggenommen, ſo ſpiegelt auch ſogleich die Oberfläche, bekommt aber bald wieder eine ſolche graue erdigte Haut u. ſ. f. ſo daß bey dieſer fortgeſetzten Arbeit die ganze Bleymaſſe in einen ſolchen erdigten Staub verwandelt werden kann. Alle Metalle können auf dieſe Art in dergleichen erdigten Staub, welche nach Verſchiedenheit der Metalle und der dabey angewandten Hitze verſchiedene Farben haben, verwandelt werden. Ein ſolcher Staub eines Metalls nennt man überhaupt **Halbſäure**, ſonſt auch wohl **Metallkalk**, **metalliſchen Kalk** (calx metallica), oder wegen der Form die **Erde des Metalles** (terra metallica); da aber das Gold, Silber und Platinum durch die Schmelzhitze ſich nicht in

Halb-

Halbſäuren verwandeln laſſen, ſo hat man dieſen Metallen den Namen edler Metalle (metalla nobilia), den übrigen aber unedler Metalle (metalla ignobilia) gegeben.

§. 304.

Alle Halbſäuren der Metalle haben wegen des geringen Zuſammenhanges eine geringere ſpecifiſche Schwere, als die Metalle ſelbſt, woraus ſie entſtanden ſind. Sie verlangen alle zum Schmelzen eine ſtärkere Hitze als die Metalle, und ſelbſt diejenigen Halbſäuren, welche aus den flüchtigen Metallen entſtanden ſind, ſind viel feuerbeſtändiger als ſie. In einer hohen Temperatur werden ſie entweder in expanſive Flüſſigkeit oder Dünſte verwandelt, oder ſchmelzen zu einem feuerfeſten Glaſe. Dieſe metalliſchen Gläſer beſitzen ganz und gar diejenige Natur und diejenigen Eigenſchaften nicht mehr, welche die Metalle ſelbſt haben; ſie verbinden ſich nun mit den ſalzigten und erdigten Glaſe wie z. B. dem gemeinen Glaſe, und geben demſelben verſchiedene Farben; auch iſt ihre Oberfläche nicht mehr wie bey den Metallen in den Gefäßen convex, ſondern concav, weil ſie mit ſelbigen zuſammenhängen. Die metalliſchen Gläſer werden deſto durchſichtiger und ſchwerflüſſiger, je mehr Sauerſtoff mit den Halbſäuren verbunden iſt. Sie können übrigens ſo wie auch die Halbſäuren mit den Metallen ſelbſt nicht zuſammengeſchmolzen werden, und ihre Wirkungen gegen andere Körper ſind auch ganz anders als der Metalle.

§. 305.

Eine merkwürdige Erſcheinung der Halbſäuren der verſchiedenen Metalle iſt dieſe, daß ſie ein größeres abſolutes Gewicht als die Metalle ſelbſt haben, woraus ſie entſtanden ſind. So findet man die Bley-

halb-

halbſäure nach vollendeter Arbeit des §. 303. über $\frac{1}{16}$ ſeines abſoluten Gewichtes vermehret. Dieſe Zunahme des abſoluten Gewichtes hat bey allen Halbſäuren ſtatt, und zwar bey einigen mehr bey andern weniger, wenn bey der Arbeit ſelbſt nichts Weſentliches von den Metallen verloren geht. Ferner wird das abſolute Gewicht der metalliſchen Gläſer, welche aus den Halbſäuren entſtehen, noch größer, als das abſolute Gewicht der Halbſäuren.

§. 306.

Der Grund dieſes Phänomens ſo wie überhaupt die Theorie der Verwandlung der Metalle in Halbſäuren läßt ſich eigentlich erſt bey der Theorie des Feuers und Wärmeſtoffs vollſtändig einſehen. Indeſſen wird es doch hier im voraus nöthig ſeyn, das wichtigſte, welches verſtändlich genug ſeyn wird, davon beyzubringen. Es iſt nemlich in unſerer Atmoſphäre eine ſehr große Menge von Sauerſtoff (principium acidum) enthalten, welcher als die Grundlage des Sauerſtoffgas zu betrachten iſt. Die vorzüglichſte Eigenſchaft dieſes Sauerſtoffes iſt, daß ſie ſich leicht mit andern Körpern verbindet, und ihnen daher einen ſauren Geſchmack mittheilet. Obgleich dieſer ſaure Geſchmack bey allen Körpern nicht allemal bemerkbar iſt, ſo iſt er doch da, wie Verſuche lehren. Dieſer Sauerſtoff mit Wärmeſtoff verbunden, macht eben das Sauerſtoffgas aus. Weil nun der Sauerſtoff mit den Metallen eine nicht viel größere Verwandſchaft als mit dem Wärmeſtoff hat, ſo werden auch die Metalle, welche in der Schmelzhitze aus der freyen Luft Säure an ſich ziehen, niemals ganz damit geſättiget d. h. es verbindet ſich mit den Metallen nur ſo viel Sauerſtoff, um ſo viel die Verwandſchaft des Sauerſtoffes mit den Metallen größer iſt, als mit dem Wärmeſtoffe. Dadurch werden alſo die

Me-

Metalle nicht ſo viel Sauerſtoff aufnehmen können, als ſie aufzunehmen vermögend wären. Folglich können dadurch keine vollkommene Säuren, ſondern nur Halbſäuren entſtehen. Dieſer Sauerſtoff nun, welcher ſich mit den Metallen verbindet, verurſachet, daß das abſolute Gewicht der Metalle gerade um ſo viel größer wird, als ſie aus der Atmoſphäre aufgenommen haben. Nur einige wenige Metalle haben mit dem Sauerſtoffe eine ſolche Verbindung, daß ſie völlig geſättiget werden, und daher als Säuren erſcheinen, dieſe ſind Wolfram, Molybdän und Arſenik.

§. 307.

Weil die Zunahme des Gewichtes bey den metalliſchen Halbſäuren nach Verſchiedenheit der Metalle verſchieden iſt, ſo folgt

1. daß die Metalle verſchiedene Grade von Verwandſchaft zu dem Sauerſtoffe haben.
2. daß die eine metalliſche Halbſäure eine größere oder geringere Menge als die andere vom Sauerſtoffe enthalten müſſe.
3. daß der Sauerſtoff bey den metalliſchen Halbſäuren nicht allein in größerer oder geringerer Menge, ſondern auch mit mehr oder weniger Wärmeſtoff verbunden, anzutreffen ſey.
4. daß nach dem verſchiedenen Grade des Feuers eine jede Halbſäure mehr oder weniger mit Sauerſtoff geſättiget ſeyn kann.

§. 308.

Alle metalliſche Halbſäuren laſſen ſich durch Zuſatz von verbrennlichen Dingen als Kohle, Fett u. d. g. mit Ausſchluß der atmoſphäriſchen Luft, folglich in verſchloſſenen Gefäßen vermittelſt des Glühefeuers wieder in die Metalle verwandeln, welches man **Reduciren** oder **Wiederherſtellen** nennt (reductio metallorum). Dadurch verlieren die Halbſäuren ihr

ihr vermehrtes abſolutes Gewicht, und das wiederhergeſtellte Metall erhält das nemliche Gewicht und eben die Eigenſchaften, als Glanz, Dehnbarkeit, ſpecifiſche Schwere u. d. g. wieder, als es vorher hatte, ehe es in eine Halbſäure verwandelt wurde. Eben dies erfolget auch bey den metalliſchen Gläſern.

§. 309.

Der Grund der Wiederherſtellung der Halbſäuren und der metalliſchen Gläſer liegt ohne Zweifel darin, daß dieſe Körper durch den Zuſatz von verbrennlichen Dingen ihres Sauerſtoffs beraubet werden. Dieſe verbrennlichen Dinge haben nemlich zu dem Sauerſtoffe eine größere Verwandſchaft, als das Metall. Dadurch verläßt nun der Sauerſtoff die Halbmetalle und die metalliſchen Gläſer, verbindet ſich mit der Kohle, und erzeuget Kohlenſtoff. Daraus folgt denn natürlich, daß die metalliſchen Halbſäuren und Gläſer gerade ſo viel Gewicht, nicht mehr, verlieren, als ſie vor der Reduktion mehr wie die Metalle, woraus ſie entſtanden ſind, hatten. Von einigen metalliſchen Halbſäuren wird der Sauerſtoff ohne Zuſatz von verbrennlichen Materien durch den Wärmeſtoff allein getrennt.

§. 310.

Auf dem naſſen Wege ſind die eigentlichen Auflöſungsmittel der Metalle die Säuren. Die Auflöſung geſchiehet aber ganz allein vermöge der Verwandſchaft, welche die Metalle mit dem Sauerſtoffe haben, womit ſie ſich während der Auflöſung ſättigen. Ohne vorhergegangene Sättigung des Sauerſtoffes mit den Metallen iſt keine Verbindung unter einander möglich. Daher kommt es, daß diejenigen Metalle, welche keine gehörige Menge von Sauerſtoff enthalten, ſich ſchwer mit den Säuren verbinden, und

daß

daß diejenigen, welche mehr Sauerſtoff enthalten, leicht von den Säuren getrennt werden. Bey der Auflöſung der Metalle in Säuren iſt alſo allemal ein gewiſſer vorhergegangener Grad von Säurung der Metalle nöthig, wenn ſie ſich mit den Säuren aufs innigſte verbinden ſollen. Dieſer Grad wird nun freylich bey verſchiedenen Arten von Metallen in einerley Säure, und bey einem Metalle in verſchiedenen Säuren verſchieden ſeyn. Sobald aber die Auflöſung der Metalle in Säuren vor ſich gehet, ſo entſtehet allemal ein Aufbrauſen und es entwickeln ſich Luftarten. Es laſſen ſich nun hierbey drey Fälle gedenken; das Metall, welches ſich mit dem Sauerſtoff verbindet, zerlegt entweder die Säure ſelbſt, oder das Waſſer, welches mit der Säure verbunden iſt, oder es ſaugt den Sauerſtoff aus der Atmoſphäre ein. Im erſten Falle entwickelt ſich der andere Beſtandtheil der Säure, verbindet ſich mit dem Wärmeſtoffe, und bildet eine Luftart z. B. aus der Schwefelſäure Schwefelluft; im zweyten Falle bleibt die Säure unzerlegt, das Waſſer aber wird zerlegt, und es entwickelt ſich Waſſerſtoff; im dritten Falle endlich bleibt ſowohl das Waſſer als auch die Säure unverändert. Auch giebt es noch einige Fälle, wo das Waſſer und die Säure zugleich durch das Metall zerleget wird.

§. 311.

Bey einer jeden metalliſchen Auflöſung, in welcher die Säure zerſetzt wird, iſt ſehr viele Säure nöthig. Denn erſtlich iſt ein Theil nöthig, welcher das Metall ſäuret, und zweytens ein anderer Theil, um das geſäuerte Metall aufzulöſen. Uebrigens verbinden ſich die metalliſchen Auflöſungen, wenn ſie der freyen Luft ausgeſetzet werden, nach und nach mit dem in der Atmoſphäre befindlichen Sauerſtoffe, wodurch

durch eine Ueberſättigung ſtatt findet, folglich trennen ſich dadurch die Metalle, und fallen zu Boden.

§. 312.

Die Säuren mit den darin aufgelöſten Metallen geben in ihrer Verbindung neue Körperarten, und bilden metalliſche Salze (ſalia metallica), oder Mittelſalze mit einer metalliſchen Grundlage, deren Anzahl ſehr groß iſt. Dieſe daher entſtandenen Mittelſalze unterſcheiden ſich unter einander auf verſchiedene Art, theils durch die Auflösbarkeit, theils durch die Kryſtalliſirung, theils durch den Geſchmack, theils durch die Farbe, theils durch die verſchiedenen Formen der Kryſtalle u. ſ. w. Natürlich iſt der Grund dieſer Verſchiedenheit ganz allein in der Verſchiedenheit der Grundkräfte der Metalle und der Säuren zu ſuchen.

§. 313.

Weil die Metalle mit den Säuren nicht anders verbunden ſeyn können, als wenn ſie bis zu einem gewiſſen Grad geſäuert ſind, ſo iſt es leicht begreiflich, daß in einer metalliſchen Auflöſung der Sauerſtoff dem Metalle entzogen werden müſſe, wenn in ſelbige ein anderes Metall gebracht wird, das mit dem Sauerſtoffe eine größere Verwandſchaft, als mit dem aufgelöſten Metall hat. Dadurch wird alsdenn natürlich das aufgelöſete Metall mehr oder weniger zu Boden fallen, nachdem es mehr oder weniger Sauerſtoff verloren hat. So ſchlägt z. B. das Kupfer in einer Silberauflöſung das Silber nieder. Bey dieſem Niederſchlage bemerket man kein Aufbrauſen und keine Erzeugung von Luftarten, welche ſonſt vorkommen, wenn Metalle in Säuren aufgelöſet werden. Der Metallniederſchlag iſt auch völlig reguliniſch. Der Grund hiervon liegt ſchon in dem vorhergeſagten. Denn wenn das in eine metalliſche Auflöſung gebrachte

Metall, dem aufgelöſten den Sauerſtoff entzieht, und ſich damit ſäuert, ſo kann weder eine Zerſetzung der Säure noch des Waſſers, welches mit der Säure verbunden iſt, ſtatt finden, folglich kann auch keine Entwickelung irgend einer Luftart da ſeyn. Iſt ferner die Menge des in der Auflöſung gebrachten Metalls ſo groß, daß ſelbiges ſich mit allem Sauerſtoff des aufgelöſten Metalls verbinden kann, ſo kann auch der Niederſchlag keine Halbſäure, ſondern er muß reguliniſch ſeyn. Verſchiedene Metalle geben bey einem ſolchen Niederſchlag vermöge ihrer anziehenden Kräfte kryſtalliſche Anſchüſſe von verſchiedenen Geſtalten und Formen, welche man künſtliche Vegetationen oder Dianenbäume nennt (vegetationes metallicae). Dahin gehören vorzüglich 1. der Silberbaum, 2. der Zinnbaum und 3. der Bleybaum, wovon die Chemie weitern Unterricht geben muß.

§. 314.

Es iſt nun nöthig, die vorzüglichſten Eigenſchaften der einzelnen Metalle hier anzuführen, wodurch ſie ſich von einander unterſcheiden:

A. Gold (Aurum, ſol, or).

Das Gold als ein edles Metall, hat eine gelbe Farbe, iſt weich, auſſerordentlich dehnbar, und beſitzet wenig Elaſticität, giebt keinen Klang, keinen Geruch und keinen Geſchmack. Nach dem Platinum hat es das größte ſpecifiſche Gewicht, und wird weder in der Luft noch im Waſſer vom Roſte angefreſſen, ſondern behält ſeinen metalliſchen Glanz. Es ſchmelzt in der Weißglühehitze, und ſieht geſchmolzen grün aus. In der Schmelzhitze iſt es feuerbeſtändig, verglaſet ſich aber und verfliegt zum Theil in dem Brennpunkte der Brennſpiegel. Dies Glas ſieht violet aus und iſt

eine verglaſete Goldhalbſäure. In Säuren löſet es ſich ſchwer auf. Es wird nur von überſaurer Kochſalzſäure und ſalpeterſaurer Kochſalzſäure (Königswaſſer) aufgelöſet. Dies kochſalzgeſäuerte Gold iſt gelblich und ätzend, kryſtalliſiret ſich; die Kryſtalle ſchmelzen im Feuer und werden roth, zerfließen aber an der Luft. Die Auflöſung des kochſalzgeſäuerten Goldes wird durch Erden, Alkalien und kohlengeſäuerten Alkali zerleget. Die hierdurch niedergeſchlagene Goldhalbſäure läßt ſich allein durchs Feuer wieder herſtellen. Uebrigens löſet ſich dieſe Goldhalbſäure in Schwefelſäure, Salpeterſäure und Kochſalzſäure auf. Die vorzüglichſten Produkte, welche das Gold liefert, ſind

1. Das Knallgold (aurum fulminans). Man erhält ſelbiges, wenn die Goldauflöſung mit Ammoniak vermiſcht wird; dadurch geſchiehet ein Goldniederſchlag in gelber Farbe, welches eben das Knallgold iſt.

2. Des Caſſius Goldpurpur (purpura mineralis). Man erhält ſelbigen, wenn eine Goldauflöſung mit einer Auflöſung des kochſalzgeſäuerten Zinnes im Waſſer zuſammengeſchüttet wird; hierdurch entſtehet ein purpurrother Niederſchlag, welcher eben des Caſſius Purpur genennet wird.

§. 315.

B. Das Platinum (platinum, platine).

Dieſes edle Metall, welches erſt in der Mitte dieſes Jahrhunderts in Südamerika entdecket iſt, findet man als kleine runde etwas geſletſchte Körner. Es iſt brüchig und wenig dehnbar, enthält Eiſen, und wird daher vom Magnet gezogen. Das reine Platinum aber ſieht ganz ſilberweiß, und hat unter allen Körpern das ſchwerſte ſpecifiſche Gewicht; läßt ſich auch in dieſem Zuſtande hämmern und dehnen, und übertrifft in Anſehung der Feſtigkeit das Gold. Im

Feuer iſt es äuſſerſt ſtrengflüſſig, hat aber die Eigenſchaft, daß es ſich im Glühen ſchweißen läßt; im Brennpunkte der Brenngläſer ſchmelzt es, ſäuret ſich aber nicht. Es hat weder Geruch noch Geſchmack und roſtet an der Luft nicht, ſondern behält ſeinen Glanz. Von den Säuren und Alkalien wird es nicht angegriffen, und löſet ſich nur in der überſauren Kochſalzſäure oder in der ſalpeterſauren Kochſalzſäure auf. Die Auflöſung iſt dunkelbraun, und färbt die Haut auch ſo; iſt ein wenig ätzend und läßt ſich kryſtalliſiren. Die Kryſtalle ſchmelzen im Feuer, wobey ſich die Säure trennt. Die Metalle ſchlagen dies Platinum in der Auflöſung in reguliniſcher Geſtalt nieder.

§. 316.

C. Das Silber (argentum, argent).

Dieſes edle Metall iſt in Anſehung der Farbe blendend weiß, auſſerordentlich dehnbar, zähe, härter und elaſtiſcher als Gold, giebt einen feinen Klang, hat weder Geruch noch Geſchmack und ſchmelzt in dem Feuer leicht. In einem ſehr heftigen Feuer verwandelt es ſich in eine expanſible Flüſſigkeit. An der Luft roſtet es nicht, nur bey ſchwefelichten Dünſten läuft es ſchwarz auch wohl bunt an. Es iſt ſchwer das Silber zu ſäuren, und die daher entſtandene Halbſäure läßt ſich durch bloßes Feuer wieder herſtellen. Die Laugenſalze haben keine Wirkung auf das Silber. Die Salpeterſäure löſet das Silber leicht auf, und die Auflöſung ſieht blau oder grün aus, iſt aber durchſichtig. Durchs Abdampfen dieſer Auflöſung erhält man Kryſtalle. Dies ſalpetergeſäuerte Silber zerfließt an der Luft nicht, löſet ſich leicht im Waſſer auf, und wird durch Laugenſalze, durch Schwefelſäure, durch Kochſalzſäure und durch die meiſten Metalle zerlegt. Mit dem Queckſilber entſteht der ſogenannte

nannte Silberbaum (§. 313.). Die merkwürdigſten Produkte, welche das Silber liefert, ſind:

1. Das ſalpetergeſäuerte Silber (argentum nitratum). Hieraus erhält man
2. den ſogenannten Höllenſtein (lapis infernalis lunaris), wenn nemlich durchs Schmelzen des ſalpetergeſäuerten Silbers das Kryſtalliſationswaſſer davon verjaget wird.
3. Das kochſalzgeſäuerte Silber oder Hornſilber (luna cornua). Das Silber löſet ſich in Kochſalzſäure nicht auf, wohl aber in der überſauren Kochſalzſäure; und eben dies daher entſtehende Silber iſt ſehr leicht flüſſig, halbdurchſichtig wie Horn und heißt deswegen Hornſilber.
4. Das Knallſilber (argentum fulminans). Dieſes gewinnt man durch einen Niederſchlag mit Kalkerde, oder Soda oder Pottaſche aus der Salpeterſäure, und durch das Ausſüßen dieſes Niederſchlages; die daher entſtandene Silberhalbſäure löſet ſich im Ammoniak zum Theil auf. Gießt man die Flüſſigkeit ab, und trocknet man den ſchwarzen Niederſchlag ſorgfältig, ſo erhält man eben dieſes Knallpulver.

§. 317.

D. Das Queckſilber (argentum vivum, Mercurius, hydrargyrum, mercure).

Dieſes Metall iſt in der Temperatur unſerer Atmoſphäre ſtets flüſſig, und das leichtflüſſigſte unter allen Metallen. Es hat eine Farbe wie das Silber. Bey einem nicht ſehr hohen Grade der Temperatur iſt es flüchtig oder verwandelt ſich in expanſible Flüſſigkeiten. In der Temperatur von ohngefähr 34° unter dem Gefrierpunkte nach Reaum. wird es in feſte Geſtalt umgeſchaffen. Wärmeſtoff allein verändert das Queckſilber nicht, ſondern dehnt es nur aus. An freyer Luft erhält es eine dünne undurchſichtige Haut, welche nichts weiter iſt, als eine Queckſilberhalbſäure. Daher kommt es, daß das Queckſilber durch Schütteln

oder Röhren Sauerſtoff aus der Luft anziehet, und ſich in eine ſchwarzgraue Halbſäure verwandelt, welche durch anhaltendes Erhitzen dunkelroth wird und ſcharf ſchmeckt. Dieſe Halbſäure, ſo wie alle andere Queckſilberhalbſäuren laſſen ſich in verſchloſſenen Gefäßen ohne Zuſatz durch die Glühehitze wieder herſtellen, indem der Sauerſtoff ſich mit dem Wärmeſtoff verbindet, und Sauerſtoffgas bildet. Das Queckſilber löſet ſich in Salpeterſäure auf. Dieſe Auflöſung iſt ſehr ätzend, ungefärbt und klar, und giebt durchs Abdampfen Kryſtalle, welche auf glühenden Kohlen verpuffen und im Tiegel ſich ſchmelzen laſſen. Durchs Calciniren werden endlich die Kryſtalle in ein rothes Pulver verwandelt, welches noch mit wenig Salpeterſäure verbunden bleibt. Die merkwürdigſten Produkte des Queckſilbers ſind folgende:

1. Das ſchwefelgeſäuerte Queckſilber, Queckſilbervitriol (mercurius vitriolatus) oder die Verbindung der Queckſilberhalbſäure mit Schwefelſäure. Er iſt weiß oder gelblich, und nicht ſo flüchtig wie das Queckſilber. Dieſes giebt nach dem Abwaſchen mit heißem Waſſer

2. Das gelbe mineraliſche Turpeth (turpethum minerale). Dieſes läßt ſich durch das Feuer ohne Zuſatz wieder herſtellen, und es entwickelt ſich dabey Sauerſtoffgas.

3. Der weiße Präcipitat (mercurius praecipitatus albus). Gießt man nemlich etwas Kochſalzſäure in eine Auflöſung vom ſalpetergeſäuerten Queckſilber, ſo verbindet ſich die Queckſilberſäure mit der Kochſalzſäure, und es entſteht ein weißer Niederſchlag, welcher eben dieſer weiße Präcipitat iſt.

4. Das kochſalzgeſäuerte Queckſilber oder das verſüßte Queckſilber (mercurius dulcis).

5. Das ätzende Queckſilberſublimat (mercurius ſublimatus corriſivus). Dieſer Sublimat iſt ſehr flüchtig, kryſtalliſirt ſich, und verglaſet ſich zum Theil. Mit den Metallen amalgamiret ſich das Queckſilber.

§. 318.

§. 318.

E. Das Kupfer (cuprum, Venus, cuivre).

Das Kupfer hat eine röthliche Farbe, beſitzt die Eigenſchaft ſich ſtark dehnen zu laſſen, und iſt ſehr hart und elaſtiſch, daher es auch einen Klang hat. Wenn es gerieben oder erhitzet wird, ſo zeigt es einen widrigen Geruch. Zum Schmelzen erfordert es eine ſehr ſtarke Hitze; anfänglich wird es blau, gelb und violett, im Fluſſe aber ſpielt es mit einer grünen Flamme. Während des Schmelzens ſäuert es ſich an der Oberfläche, und verwandelt ſich in eine röthlich-ſchwarze Halbſäure. An der Luft legt ſich ein grüner Roſt an das Kupfer, welcher kohlengeſäuertes Kupfer iſt. Die merkwürdigſten Produkte des Kupfers ſind folgende:

1. Das ſchwefelgeſäuerte Kupfer, Kupfervitriol (vitriolum de cypro). Wenn nemlich Kupfer in concentrirter und kochender Schwefelſäure aufgelöſet wird, ſo erhält man durchs Abdampfen und Erkalten dieſer Auflöſung Kryſtallen, welche bläulich ausſehen, und die eben Kupfervitriol genennet werden. Ihr Geſchmack iſt zuſammenziehend, und ſie verlieren an der Luft nach einer Zeit ihren Glanz, und werden mit einem weißlichen Pulver beſchlagen.

2. Das ſalpetergeſäuerte Kupfer (cuprum nitricum). Das Kupfer löſet ſich in der Salpeterſäure ſehr leicht auf. Dieſe Auflöſung läßt ſich durch allmähliges Abdampfen und Erkalten in dünne Kryſtalle von bläulicher Farbe umbilden, welche an der Luft zerfließen, und im Waſſer ſich ſehr leicht auflöſen laſſen.

3. Das kochſalzgeſäuerte Kupfer (cuprum muriaticum). Die concentrirte und kochende Kochſalzſäure löſet ebenfalls das Kupfer auf. Aus dieſer Auflöſung erhält man nach dem Abdampfen grüne Kryſtallen, welche leicht ſchmelzen und einen zuſammenziehenden Geſchmack haben.

4. Der Grünſpan (viride aeris). Das Kupfer löſet ſich nemlich in der Eſſigſäure ſehr langſam auf, zieht vermuthlich auch Sauerſtoff aus der Atmoſphäre an ſich, wo-

wodurch eine Halbſäure entſteht, die man mit der bekannten Farbe Grünſpan beleget.

5. Der kryſtalliſirte Grünſpan (viride aëris cryſtalliſatum). Wenn nemlich der Grünſpan in Eſſigſäure aufgelöſet wird, ſo ſchießen in dieſer Auflöſung nach dem Abdampfen und Erkalten ſchöne grüne Kryſtallen an.

6. Das *cuprum ammoniacale*. Es löſet ſich nemlich das Kupfer an der freyen Luft im Ammoniak auf, und dieſe Auflöſung hat eine ſchöne blaue Farbe.

§. 319.

F. Das Bley (plumbum, ſaturnus, plomb).

Das Bley hat eine bläulich weiße Farbe. Es iſt ſehr dehnbar, weich, nicht zähe, und ſchmelzt im Feuer noch vor der Glühehitze. Im Bruche hat es zwar einen ſtarken Glanz, welcher ſich aber in der Luft bald verlieret. Ueberhaupt ſäuret das Bley an der Luft, vorzüglich wenn ſie feucht iſt, und verwandelt ſich in eine graue weiße Bleyhalbſäure. Wenn es gerieben oder erhitzt wird, ſo hat es einen eigenen Geruch. In heftiger Hitze verwandelt es ſich in weißen Dunſt, und wird zu einer expanſibeln Flüſſigkeit. An der Luft geſchmolzen ſäuert es ſich leicht zu einer grauen Halbſäure, welche Bleyaſche heißt; dieſe Halbſäure nimmt in einer ſtärkern Hitze noch mehr Säure auf, und wird gelb, welches Maſticot heißt, zuletzt endlich wird ſie roth und heißt Mennig. Wird dieſe rothe Bleyhalbſäure noch weiter der Gluth des Feuers ausgeſetzet, ſo verwandelt ſie ſich zu einem Glaſe, welches Bleyglas heißt, und alle Tiegel durchbohrt. Noch ſind einige Produkte, welche das Bley liefert, zu bemerken:

1. Das ſchwefelgeſäuerte Bley. Es löſet ſich nemlich das Bley in concentrirter und kochender Schwefelſäure auf, und dadurch entſteht dieſe Bleyhalbſäure. Durchs Abdampfen und Erkalten erhält man Kryſtalle, welche

ätzend

ätzend ſind, und im Waſſer ſich nicht leicht auflöſen laſſen.

2. Das ſalpetergeſäuerte Bley. Das Bley löſet ſich ſehr leicht in der Salpeterſäure auf, und es entſteht dadurch eine weiße Bleyhalbſäure. Auch durchs Abdampfen erhält man weiße Kryſtallen.

3. Das kochſalzgeſäuerte Bley. Die Kochſalzſäure löſet bey einer ſtarken Hitze das Bley auf, wodurch eine Halbſäure erhalten wird. Aus dieſer Auflöſung erhält man ſchwer Kryſtallen. Man nennt dieſes Bley auch Hornbley.

4. Die Bleyglätte. Man erhält dieſe Halbſäure durch das Schmelzen des Bleyes mit der ſalpetergeſäuerten Pottaſche, welche halb verglaſet iſt.

5. Das Bleyweiß. Man erhält dieſe Halbſäure durch die Dämpfe des Eſſigs.

6. Der Bleyzucker. Wenn nemlich das Bleyweiß in Eſſig aufgelöſet, und dieſe Auflöſung abgedampfet und nachher erkaltet wird, ſo ſchießen ſüßſchmeckende Salze an, welche Bleyzucker heißen, und womit ſo ſehr die Weine verfälſcht werden.

§. 320.

G. Das Zinn (ſtannum, Jupiter, etain).

Das Zinn hat eine weiße Farbe, die jedoch mehr ins bläuliche fällt, als die des Silbers. Es iſt zäh, dehnbar, weich, und beſitzt eine geringe Federkraft, daher es auch keinen ſonderlichen Klang giebt. Wenn es gebrochen wird, ſo kniſtert es, und wenn es gerieben oder erwärmt wird, ſo hat es einen eigenen widrigen Geruch. Es ſchmelzt leicht, und verwandelt ſich bey ſtarker Hitze in eine expanſible Flüſſigkeit. An der freyen Luft geſchmolzen ſäuert es ſich wie das Bley in ein graues Pulver. Wird dieſe graue Halbſäure noch mehr dem Feuer unterworfen, ſo ſäuert ſich dieſe noch mehr, und wird zuletzt weißlich; bey der heftigſten Glühehitze aber zu einem mattweißen Glaſe. An der Luft verliert das Zinn

ebenfalls wie das Bley ſeinen Glanz, nur nicht ſo ſchnell, löſet ſich im Waſſer nicht auf, ſäuert aber ein wenig auf der Oberfläche. Die vorzüglichſten Produkte, welche das Zinn giebt, ſind folgende:

1. Das ſchwefelgeſäuerte Zinn. Das Zinn wird in kochender Schwefelſäure aufgelöſet. Die Auflöſung hat eine bräunliche Farbe wegen des Schwefels, welcher nachher zu Boden fällt. Bey der Wärme fällt zuletzt auch das aufgelöſte Zinn als weiße Zinnhalbſäure nieder. Durchs Abdampfen läßt ſich dieſes ſchwefelgeſäuerte Zinn kryſtalliſiren.

2. Das ſalpetergeſäuerte Zinn. Die Salpeterſäure löſet das Zinn ſchnell auf, wobey ſelbiges in eine weiße Zinnhalbſäure verwandelt wird, welche ſehr viel Säure enthält und ſchwer zu reduciren iſt. Auch kryſtalliſiret es ſich ſchwer und zerfließet an der Luft.

3. Das überſaure kochſalzgeſäuerte Zinn. Man erhält ſelbiges, wenn man Queckſilberſublimat mit Zinn deſtilliret. Bey der Deſtillation geht zuerſt in flüſſiger Geſtalt ein Theil Kochſalzſäure mit Zinn, welcher das rauchende kochſalzgeſäuerte Zinn, Libavs rauchender Spiritus (liquor fumans Libavii) genennet wird; alsdenn ſublimiret ſich in feſter Geſtalt das überſaure kochſalzgeſäuerte Zinn.

§. 321.

H. Das Eiſen (ferrum, Mars, fer).

Das Eiſen hat eine weißgraue Farbe, ſein Bruch iſt ſcharf, faſericht, lichtgrau und glänzend, beſitzt aber wenig Elaſticität, daher es auch keinen ſonderlichen Klang giebt. Es iſt etwas dehnbar, etwa ſo feſt wie Kupfer, und nach dem Golde das zäheſte Metall. Es läßt ſich in der Hitze und kalt ſchweißen. In einer geringen Hitze ſäuert es ſich ſchon beym Zutritt der äuſſern Luft, alsdenn läuft es, noch ehe es glühet, mit bunten Farben des Regenbogens an. Wird nun das Feuer ſtuffenweiſe immer mehr und mehr verſtärkt, ſo fängt es im Finſtern zu leuchten

an und zwar zuerſt mit brauner, dann mit rother und zuletzt mit weißer Farbe. Dabey wird es mit einer ſchuppichten ſpröden Haut bedeckt, welche man Hammerſchlag oder Glühespan nennt; in noch ſtärkerer Hitze kömmt es endlich zum Fluß in glaſigter ſchwarzbrauner Geſtalt. Man nennt dieſen Fluß nach dem Erkalten die Eiſenſchlacke. An der Luft roſtet das Eiſen, und dieſer Roſt iſt nichts weiter als eine Eiſenhalbſäure. Bringt man etwas Eiſenfeile auf einer Schale über das Feuer, rührt ſie beſtändig um, ſo verwandelt ſich ſelbige nach einigen Stunden in eine ſchwarze Eiſenhalbſäure. Setzt man ſie dem Feuer noch weiter aus, ſo nimmt dieſe Eiſenhalbſäure noch mehr Säure an, und die ſchwarze Farbe geht in eine braune, und zuletzt in eine gelbe Eiſenhalbſäure über. Dieſe Eiſenhalbſäure wird vom Magnet nicht mehr angezogen, da ſonſt das Eiſen denſelben ſtark anzieht, und auſſerdem noch dieſe merkwürdige Eigenſchaft beſitzet, ſelbſt magnetiſch zu werden, und daher anderes Eiſen an ſich zu ziehen. Die gelbe Eiſenhalbſäure iſt jederzeit mit etwas Kohlenſäure verbunden. Um dieſe zu trennen, bringt man dieſe Halbſäure in verſchloſſene Gefäße, und ſetzt ſie einer heftigen Gluth aus; dadurch entwickelt ſich Sauerſtoffgas, und die gelbe Eiſenhalbſäure verwandelt ſich in eine ſchwarze Halbſäure. Im Waſſer ſäuert das Eiſen ebenfalls, wobey ſich Waſſerſtoff entwickelt, das Eiſen aber in eine ſchwarze Halbſäure übergehet. Alle dieſe Eigenſchaften finden nur bey dem reinen Eiſen oder geſchmeidigem Eiſen ſtatt. Von dieſem iſt aber das Roheiſen oder Gußeiſen zu unterſcheiden. Dieſes iſt nicht ſtreckbar, wie jenes, läßt ſich alſo weder kalt noch warm ſchmieden. Dieſes Eiſen läßt ſich im offenen Feuer aber bey der heftigſten Hitze ohne Zuſatz ſchmelzen, und ſich in jede beliebige Geſtalt gießen, welches das Stabeiſen

nicht

nicht thut. Auf dem Bruche iſt es nicht faſericht, ſondern mehr oder weniger körnicht. Die Sprödigkeit und Härte deſſelben iſt ſehr groß; es iſt elaſtiſcher als das geſchmeidige Eiſen, und giebt daher auch einen beſſern Klang; roſtet nicht ſo leicht an der Luft, und verwandelt ſich auch nicht ſo leicht in Hammerſchlag. In der Hitze läuft es ſonſt mit eben den Farben an, wie das geſchmeidige Eiſen, nur muß alsdenn die Hitze größer ſeyn. Durch öfteres Glühen zwiſchen Kohlen und Schmieden verwandelt ſich endlich dieſes Roheiſen in geſchmeidiges Eiſen. Vermuthlich iſt alſo der Unterſchied des Roheiſens von dem geſchmeidigen Eiſen darin zu ſuchen, daß das Roheiſen mit mehr Kohlenſtoff und Sauerſtoff verbunden iſt als das geſchmeidige Eiſen. Durch die Glühehitze verwandelt ſich eben dieſer Sauerſtoff und Kohlenſtoff in kohlengeſäuertes Gas, und macht daher das Gußeiſen zum geſchmeidigen Eiſen. Daher läßt ſich auch erklären, warum das Roheiſen nicht ſo ſtark als das geſchmeidige Eiſen an der Luft roſtet. Aus dem Eiſen wird das ſogenannte genugſam bekannte Stahl verfertiget. Er iſt Eiſen, welcher rothglühend in kaltem Waſſer ſehr ſchnell abgekühlt wird; hierdurch verliert das Eiſen ſeine Geſchmeidigkeit, wird viel härter, unbiegſamer und ſpröder, erlangt aber dieſe Geſchmeidigkeit wieder, wenn er nach dem Härten wieder in die Glühehitze gebracht wird. Hernach läßt ſich der Stahl eben ſo gut hämmern und ſchmieden, als das geſchmeidige Eiſen. Die Farbe des Stahls iſt weißer als des Eiſens; er beſitzt auch mehr Elaſticität, und iſt daher tönender als das Eiſen. An der Luft roſtet er nicht ſo leicht als das geſchmeidige Eiſen, jedoch aber leichter als das Roheiſen. Bey dem Erwärmen zeigt er eben die Farben wie das Eiſen, aber weit lebhafter, und ſchmelzt für ſich im Feuer. Die magnetiſche Kraft nimmt er zwar ſpäter

als

als das Eiſen an, behält ſie aber auch länger und wirkt ſtärker. Der Stahl iſt vom Roheiſen in nichts weiter verſchieden, als daß er frey vom Sauerſtoffe iſt; beraubet man alſo dem Roheiſen den Sauerſtoff, ſo wird es Stahl. Die vorzüglichſten Produkte, welche das Eiſen liefert, ſind folgende:

1. Das ſchwefelgeſäuerte Eiſen. Die Schwefelſäure löſet das Eiſen auf. Durch Abdampfung dieſer Auflöſung erhält man Kryſtalle, welche grün ausſehen, und den ſogenannten Eiſenvitriol oder das ſchwefelgeſäuerte Eiſen ausmachen, welche zur Verfertigung der ſchwarzen Dinte gebrauchet werden. Es ſchmelzt dieſes Eiſen leicht, verliert dabey ſein Kryſtalliſationswaſſer, wird roth, und zerfließt an der Luft.
2. Das gekohlte Eiſen oder das Reißbley (plumbago). Es iſt eine Verbindung des Kohlenſtoffs mit dem Eiſen.

Uebrigens verbindet ſich das Eiſen leicht mit Schwefel, Arſenik, Kobolt, Spiesglanz und Nickel, aber nicht mit Wismuth, Zink, Queckſilber und Bley.

§. 322.

I. Das Zink (Zincum, Zinc).

Dieſes Metall ſieht bläulich weiß aus, iſt halb ſpröde und halb zähe, läßt ſich daher nicht pulvern. Auf dem Bruche zeigt es deutlich eine kryſtalliſche Form. An der Luft wird es nicht ſo leicht verändert. Es ſchmelzt ſehr leicht kurz vor dem Glühen, und brennt bey dem Glühen in freyer Luft mit einer ſehr hellen und blendenden Flamme, wobey es in weißem Dampf verflieget. Fängt man dieſen Dampf auf, ſo erhält man eine Zinkhalbſäure, welche man ſonſt Zinkblumen nannte, und welche ziemlich feuerbeſtändig ſind, ſchmelzen aber in der Glühehitze zu einem gelben Glaſe. Dieſe Halbſäure leuchtet im Finſtern, wenn ſie erwärmt wird. In verſchloſſenen Gefäßen läßt ſich dieſe Halbſäure durch Zuſatz von Kohlen wieder herſtellen.

ſtellen. Das Zink löſet ſich in allen Säuren auf. Die vorzüglichſten Produkte des Zinks ſind:

1. Das gekohlte Eiſen. Wird nemlich Zink in verdünnter Schwefelſäure aufgelöſet, ſo ſchlägt ſich ein ſchwarzes Pulver nieder, welches das gekohlte Eiſen genennt wird.

2. Das ſchwefelgeſäuerte Zink. Wenn nemlich die Auflöſung des Zinks in kochender concentrirter Schwefelſäure abgedampft wird, ſo erhält man dieſes Zink, welches ſich kryſtalliſiren läßt, und den weißen Zinkvitriol giebt.

§. 323.

K. Das Spiesglanz (ſtibium, regulus Antimonii, Antimoine).

Dieſes Metall ſieht weißlich aus, iſt mäßig hart und ſo ſpröde, daß es ſich pulvern läßt. Es beſteht aus ſpiesförmigen Kryſtallen, und davon rührt es her, daß es nach dem Schmelzen und Erkalten auf der Oberfläche einen ſtrahlichten Stern bildet. Es hat weder einen Geruch noch Geſchmack, und an der Luft nimmt es Sauerſtoff an. Im Feuer iſt es nicht ſchwerflüſſig, bey der Glühehitze verfliegt es in weißen Dämpfen. Fängt man dieſe Dämpfe auf, ſo erhält man eine Spiesglanzhalbſäure, die man auch Spiesglanzblumen nennt. Dieſe Halbſäure ſchmelzt endlich zu einem orangefarbenen Glaſe, das ſehr ſchwerflüſſig iſt. Das Spießglanz giebt folgende Produkte:

1. Die Spiesglanzbutter. Es iſt das überſaure kochſalzgeſäuerte Spiesglanz, welches flüſſig iſt und an der Luft zerfließt. Es zerfrißt alle thieriſche Theile, die es berühret.

2. Das ſchweißtreibende Spießglas (antimonium diaphoreticum). Es verpufft nemlich Spiesglanz mit ſalpetergeſäuerter Pottaſche, dieſe ſäuert vermöge des Sauerſtoffs das Spiesglanz, und im Tiegel findet man Laugenſalz und weiße durch Salpeterſäure bereitete

Spies-

Spiesglanzhalbſäure, welche eben dies ſchweißtreibende Spiesglas iſt.

3. Den Brechweinſtein (tartarus emeticus) oder eine Verbindung des Weinſteins mit den Spiesglanzblumen.

§. 324.

L. Das Wismuth (Bismuthum. Bismuth).

Dieſes Metall iſt von Farbe gelblich, hat ein blättriges Gefüge und iſt ſehr ſpröde. An der Luft zieht es Sauerſtoff an. Im Feuer ſchmelzt es noch vor dem Glühen, und beym Glühen verwandelt es ſich in freyer Luft in Dampf und brennt mit einer blauen Flamme. Fängt man dieſe Dämpfe auf, ſo erhält man eine metalliſche Halbſäure, welche auch wohl Wismuthblumen genennet werden. Das Wismuth verwandelt ſich in freyer Luft ſehr leicht noch vor dem Glühen in eine gelbbräunliche Halbſäure, welche zuletzt in ein gelbes durchſichtiges Glas zuſammenſchmelzet. Von der Salpeterſäure wird es am ſchnellſten aufgelöſet, und der Niederſchlag iſt eine weiße Halbſäure. Man hat das von Wismuth entſtandene Produkt Wismuthbutter, zu bemerken. Es iſt dieſe eigentlich ein überſaures ſalzgeſäuertes Wismuth. Es zerfließt an der Luft.

§. 325.

M. Das Kobolt (cobaltum, regulus cobalti, Cobalt).

Die Farbe dieſes Metalls iſt weiß, jedoch etwas ins graulich blaue fallend. Es iſt brüchig, in ganz reinem Zuſtand aber etwas dehnbar. Auf dem Bruche ſieht es feinkörnicht aus. Es ſchmelzt, ſobald es glühet ohngefähr bey einer Hitze, welche das Kupfer zum Schmelzen erfordert, iſt dabey feuerbeſtändig, und kryſtalliſirt nach dem Erkalten. Es ſäuert dieſes Me-

Metall an der Luft, und im Feuer noch vor dem Schmelzen durch anhaltendes Glühen und Calciniren, wie die Eiſenfeile. Die daher entſtandene Halbſäure ſieht ſchwärzlich aus; iſt aber Arſenik mit ihm verbunden, ſo wird ſie röthlich oder braun. Bey der ſtärkſten Glühehitze ſchmelzt dieſe Säure zu einem ſehr dunkelblauen Glaſe zuſammen, welches mit dem gemeinen Glaſe geſchmolzen demſelben eine ſchöne blaue Farbe giebt. Von den merkwürdigſten Produkten des Kobolts ſind folgende zu merken:

1. Der Saflor oder die Zaffer, welche zur blauen Glaſur gebrauchet wird. Es iſt dieſer ein Gemenge von feinem Sande und der geröſteten Koboltha1bſäure.

2. Die blaue Stärke oder die Smalte. Dieſe iſt das fein gemahlne Glas des Kobolts, welches mit gemeinem Glaſe zuſammengeſchmolzen iſt.

3. Das ſchwefelgeſäuerte Kobolt. Es wird nemlich in concentrirter kochender Schwefelſäure Kobolt aufgelöſet, wodurch dieſes Kobolt erhalten wird. Es löſet ſich im Waſſer auf, und giebt nach Abdampfung ſchöne rothe Kryſtalle, die man Koboltvitriol nennt.

4. Die ſympathetiſche Dinte des Hellots. Man erhält ſie alſo: man löſet einen Theil reines Kobolt in 3 Theilen ſalpeterſaurer Kochſalzſäure auf, gießet zu dieſer Auflöſung 24 Theile Waſſer, und filtrirt das Flüſſige. Schreibt man mit dieſer Dinte in der Kälte auf ein Papier, ſo erſcheinet die Schrift bey Erwärmung ſchön grün, verſchwindet aber in der Kälte wieder, kömmt abermals in der Wärme zum Vorſchein ꝛc.

§. 326.

N. Das Nickel (Regulus Niccoli, Nickel).

Dieſes Metall hat eine lichtgraue weiße Farbe, und iſt im Bruche körnicht. Man findet es in der Natur nie rein, vorzüglich iſt es mit Kobolt und Eiſen vermiſcht. Daher zieht es auch der Magnet. Es iſt ſehr ſtrengflüſſig und feuerbeſtändig. In dem heftigſten

ſten Feuer verwandelt es ſich in eine grüne Halbſäure, und ſchmelzt zuletzt zu einem gelben durchſichtigen Glaſe. In den Säuren löſet ſich das Nickel auf, und die Auflöſung ſieht dunkelgrün aus. Gießt man Ammoniak in eine ſolche Auflöſung, ſo wird ſie blau. Das ſchwefelgeſäuerte und das ſalpetergeſäuerte Nickel geben Kryſtalle.

§. 327.

O. Das Magneſium (magneſium, Magneſe).

Die Farbe dieſes Metalls iſt weiß. Es beſitzet Sprödigkeit und Härte, und iſt auf dem Bruche körnigt, im Feuer unſchmelzbar. Es verwandelt ſich aber an freyer Luft im Feuer in eine Halbſäure, welche anfänglich weiß, nachher aber ſchwarz iſt. Auch nimmt es ſchon an freyer Luft ohne Feuer den Sauerſtoff ſchnell an, und verwandelt ſich dadurch in eine Halbſäure. Dieſe ſchwarze Halbſäure färbt das gemeine Glas, wenn ſie damit zuſammengeſchmolzen wird, braun.

§. 328.

P. Das Uranium (Uranium, Uranite).

Dieſes Metall iſt erſt von Herrn **Klaproth** entdeckt worden, welches man in der ſächſiſchen Pechblende und dem grünen Glimmer findet. Die Uraniumhalbſäure ſieht gelb aus, und löſet ſich in der Salpeterſäure gänzlich auf. Aus dieſer Auflöſung laſſen ſich zeiſiggrüne Kryſtallen gewinnen. Einen vollſtändigen Metallkönig hat man von dieſem noch nicht finden können.

§. 329.

Q. Das Wolfram (Wolframium, Tungſtène).

Auch von dieſem Metalle hat man noch keinen vollſtändigen Metallkönig finden können. Die Wolfram-

ſäure iſt gelb von Farbe, und iſt ſchon oben unter den Säuren aufgeführet worden.

§. 330.

R. Das Molybdän (Scheelium, Molybdène).

Auch dieſes Metall hat man noch nicht in einen vollſtändigen Metallkönig zuſammenbringen können. Man kann es gemeiniglich nur entweder als Molybdänhalbſäure, oder als Molybdänſäure erhalten. An der Luft verwandelt ſich die Molybdänhalbſäure, welche weiß und flüchtig iſt, in die Molybdänſäure.

§. 331.

S. Das Arſenik (regulus arſenici, Arſenic).

Das reine Arſenik iſt ein ſprödes Metall, und hat eine ziemliche Härte, auf dem Bruche ſieht es bleyfarbig aus. Im Feuer verfliegt es ganz, und ſublimiret ſich in verſchloſſenen Gefäßen. In offenen Gefäßen ſäuret es bald, brennt mit einer blauen Flamme, und fliegt in Dämpfe auf, welche wie Knoblauch riechen, und für die Geſundheit gefährlich ſind. Die weiße ſublimirte Halbſäure nennt man im gemeinen Leben den **weißen Arſenik**, welcher ein heftiges Gift iſt. Bey einer ſtarken Hitze ſublimiret ſich dieſe weiße Halbſäure zu einem weiſſen Glaſe, welches an der Luft die Durchſichtigkeit verliert und zum Theil verwittert. Sie löſet ſich auch im Waſſer auf, und durchs Abdampfen erhält man aus dieſer Auflöſung Kryſtalle. In einer ſtarken Hitze fließt dieſe Arſenikſäure mit den Erden und verglaſet dieſelben. Die Salpeterſäure ſäuert den Arſenik zu einer vollkommnen Säure, wovon oben ſchon iſt gehandelt worden.

4. Von den brennbaren Mineralien.

§. 332.

Die brennbaren Körper des Mineralreichs unterſcheiden ſich von den übrigen Körpern vorzüglich dadurch, daß ſie die Fähigkeit beſitzen ſich zu entzünden und daß ſie ſich in Oelen auflöſen laſſen. Man bemerkt hier vorzüglich zwey Hauptgattungen, 1. die Bitumina und 2. den Schwefel. Auſſer dieſen beyden Gattungen rechnet man noch hierher den Demant und das Reißbley.

§. 333.

Ein Hauptcharakter der Bitumina iſt dieſer, daß ſie nicht nur entzündbare mineraliſche Körper ſind, ſondern auch durch die Deſtillation flüſſige Oele geben. Von dieſen giebt es folgende Arten: 1. das Steinöl (petroleum) 2. Bergnaphta (Naphta) 3. Bergtheer (malta) 4. Erdpech (aſphaltum) 5. bituminöſes Holz (ſpiſſaxylon) 6. Steinkohle (lithanthrax) 7. Bernſtein (ſuccinum).

§. 334.

A. Das Steinöl, Erdöl, Bergöl (oleum petroleum).

Dieſes Oel iſt von Farbe braunroth oder ſchwärzlich braun, läßt ſich entzünden, wenn es vorher erwärmt iſt, und brennt mit einer ſtarken Flamme, wobey es vielen Rauch hat und Ruß abſetzt. Im Waſſer und Weingeiſte löſet es ſich nicht auf, durchs Deſtilliren aber gewinnt man daraus zuerſt ein feineres, dann aber ein brenzliches braunes und ſäuerlich ſchmeckendes Oel. Die Beſtandtheile deſſelben ſind noch nicht genugſam bekannt.

§. 335.

B. Bergnaphta, Bergbalſam.

Sie iſt ſehr flüchtig und läßt ſich mit Waſſer ganz wie ein Oel überdeſtilliren. Ihr Geruch iſt ſtark durchdringend und ihre Farbe weißgelblich. Sie läßt ſich ſchon in der Ferne anbrennen, und brennt mit einer bläulich gelben Flamme mit Rauch und Ruß. Sie löſet ſich weder im Waſſer noch Weingeiſte auf, ſondern ſchwimmt auf ſelbigen wie ein Oel. Beym Verbrennen zeiget ſich kohlenſaures Gas, ſonſt ſind aber ihre wahren Beſtandtheile noch nicht entdeckt worden.

§. 336.

C. Bergtheer (Maltha, Cedria terreſtris).

Hat faſt alle Eigenſchaften wie das Bergöl, iſt nur etwas zäher und klebrichter und ſchwarzbrauner als dieſes. Es ſchwimmt auf dem Waſſer und hat einen ſtarken durchdringenden Geruch und Geſchmack. Es ſcheint überhaupt aus den nemlichen Beſtandtheilen zuſammengeſetzt zu ſeyn, wie das Steinöl.

§. 337.

D. Erdpech, Judenpech (aſphaltum).

Es iſt ein ſprödes und feſtes Erdharz, und daher leicht zerbrechlich. Wenn es gerieben oder erhitzt wird, hat es einen ſtarken Geruch; über dem Feuer ſchmelzt es, blähet ſich auf, und brennt mit einer ſtarken rußigten Flamme. Die Beſtandtheile ſind ebenfalls noch nicht genug unterſucht.

§. 338.

E. Bituminöſes Holz, Torf (ſpiſſaxylon).

Es iſt dies eigentlich wahres Holz, deſſen Harz entweder in Erdharz nach und nach verwandelt iſt, oder welches mit ſolchem Harze durchdrungen iſt.

§. 339.

F. Steinkohle (Lithantrax, carbo foſſilis).

Es giebt hiervon verſchiedene Arten, man kennt davon die Pechkohle, Schieferkohle, Grobkohle, Blätterkohle und Glanzkohle, welche ſich von einander durch Glanz, Dichtigkeit und Bruch unterſcheiden. Die reinen Steinkohlen haben eine ſchwärzliche Farbe, und verbrennen mit einer rußigten Flamme unter einem unangenehmen Geruch. Durch trockenes Deſtilliren erhält man kohlenſaures Gas, ammoniakaliſch ſchmeckende Flüſſigkeit und ein dünneres helles Oel. Ihre Beſtandtheile ſind daher Kohlenſtoff, Sauerſtoff, Waſſerſtoff, Ammoniak, Eiſen und Thonerde. Im Waſſer und Weingeiſte löſen ſie ſich nicht auf.

§. 340.

G. Bernſtein (ſuccinum, electrum, ambra flava).

Die Farbe dieſes Harzes iſt gelbglänzend, beſitzt eine mäßige Härte und Durchſichtigkeit, der Bruch iſt vollkommen muſchlig; auſſerdem läßt er ſich leicht zerſtoßen. Er enthält oftmals Theile von Pflanzen und kleine Inſekten, welches wahrſcheinlich macht, daß er ein Produkt des Pflanzenreichs iſt. Wenn er gerieben, erhitzt und verbrennt wird, ſo zeiget er einen ſehr angenehmen Geruch, und brennt mit einer gelblichen, blau und grün vermiſchten Flamme, die einen ſtarken dicken Rauch abſetzet. Im Waſſer löſet er ſich nicht auf, im Weingeiſte aber nur ſehr ſchwach, woher die Bernſteintinktur entſtehet. Die Beſtandtheile des Bernſteins ſind Waſſerſtoff, Kohlenſäure, und eine eigene Säure. Benimmt man dem Bernſtein einen Theil der Säure durchs Röſten, ſo löſet er ſich in ätheriſchen Oelen auf.

§. 341.

Der Schwefel wird in der Natur häufig gefunden, und hat eine blaßgelbe Farbe; an der Luft leidet er keine Veränderung, löſet ſich auch nicht im Waſſer, wohl aber in Oelen auf. Bey einer gelinden Hitze ſchmelzt er, bey einer größern Hitze aber in offenen Gefäßen entzündet er ſich, und brennt mit einer bläulichen Flamme, und verfliegt ganz, daher entſteht ein erſtickender ſaurer Geruch. In verſchloſſenen Gefäßen ſublimiret er ſich in kleine Schwefelkryſtalle, welche wie Blumen ausſehen, und welche auch **Schwefelblumen** genannt werden. Nach dem neuern Syſtem iſt der Schwefel eine einfache Subſtanz, und die Schwefelſäure beſteht aus dem Schwefel mit Sauerſtoffe verbunden.

§. 342.

Der Schwefel verbindet ſich ſehr leicht mit der Pottaſche und der Soda, wenn ſie zuſammengeſchmolzen werden; daraus entſteht eine Maſſe von gelbbrauner der Leber ähnliche Farbe, welche ſich im Waſſer auflöſen läßt, und daher auch **Schwefelleber** genannt wird. Man gewinnt dieſe Schwefelleber am beſten ſo: wenn man einen Theil Schwefel mit zwey Theilen reiner Pottaſche klar gerieben vermiſchet, dieſes Gemiſchte in einem Tiegel zuſammenſchmelzen läßt, und alsdenn auf eine Steinplatte ausgießt. An der Luft verwittert die Schwefelleber, und verwandelt ſich nach und nach in ein Neutralſalz, indem ſie Sauerſtoff aus der Atmoſphäre einſaugt. Wenn die Schwefelleber im Waſſer aufgelöſet wird, ſo entſtehet ein ſehr ſtarker höchſt unangenehmer Geruch, welcher noch ſtärker wird, wenn eine Säure hinzukommt. Dadurch verbindet ſich die Säure mit der Pottaſche, entwickelt ſich eine eigene Luftart (**Schwefellebergas**), und der Schwefel fällt in einer weißen Geſtalt zu

Bo-

Boden. Der Schwefel verbindet ſich auch mit dem Ammoniak und einigen Erdarten, und dadurch entſtehen verſchiedene Arten von Schwefellebern:

1. Schwefelleber aus Ammoniak (ſpiritus fumans Beguini). Man erhält ſie aus zwey Theilen Kochſalzgeſäuertem Ammoniak, einem Theil Schwefel und ſechs Theilen Kalkerden, welche zuſammen in verſchloſſenen Gefäßen dem Feuer ausgeſetzet werden. Sie hat eine dunkelgelbe Farbe und raucht an der Luft.

2. Schwefelleber aus Kalkerde (calx ſulphurata). Man vermiſcht nemlich einen Theil Schwefel mit zwey Theilen Kalkerde, und ſetzt dieſe Miſchung dem Feuer aus. In trockener Geſtalt leuchtet dieſe im Finſtern, wenn ſie eine Zeitlang im Lichte gelegen hat, und heißt daher Cantons Phosphor.

3. Schwefelleber aus Schwererde (terra ponderoſa ſulphurata). Man erhält ſie über dem Feuer aus einem Theile Kohlenſtaube und acht Theilen ſchwefelgeſäuerter Schwererde. Sie leuchtet im Finſtern, wenn ſie vorher dem Lichte ausgeſetzet war.

4. Die Schwefelleber aus Bittererde (terra muriatica ſulphurata). Man gewinnt ſie aus gleichen Theilen von Schwefel und kohlengeſäuerter Bittererde, wenn man dieſes Gemiſch mit Waſſer vermengt, und eine Zeitlang dem Feuer ausſetzet.

§. 343.

Der Schwefel verbindet ſich auch mit den Metallen, wenn ſie zuſammengeſchmolzen werden, nur muß man dabey es verhüten, daß der Schwefel nicht abbrennt. Dieſe ſogenannten Swefelmetalle haben verſchiedene Eigenſchaften. Dahin gehöret

1. Das geſchwefelte Gold. Man nimmt acht Theile trockene Schwefelleber, und einen Theil fein geſchlagenes Gold, ſchmelzt beydes ſchnell zuſammen, und gießt die Miſchung auf eine Steinplatte. Es löſet ſich dieſes im Waſſer mit grüngelber Farbe auf.

2. Das Glaserz, das geſchwefelte Silber. Man ſchmelzt ſchichtweiſe Silber und Schwefel zuſammen, und erhält dadurch eine bläulich ſchwarze brüchige Maſſe.

3. Das geſchwefelte Queckſilber (aethiops mineralis). Man läßt einen Theil Schwefel ſchmelzen, und gießt ſieben Theile Queckſilber langſam dazu. Nimmt man dieſes geſchwefelte Queckſilber und bringt es in ein verſchloſſenes Gefäß, ſetzt ſelbiges der Feuerhitze aus, ſo ſublimiret es ſich. Dieſes ſublimirte geſchwefelte Queckſilber ſieht roth aus, und iſt der genugſam bekannte Zinnober (Cinnabris).

4. Das geſchwefelte Kupfer, Kupferglaserz. Man erhält es, wenn man Schwefel mit Kupferfeile zuſammenſchmelzt. Von Farbe iſt es ſchwarz und brüchig.

5. Das geſchwefelte Eiſen, Eiſenkies. Man gewinnt es, wenn Eiſenfeile und Schwefel zuſammengeſchmolzen werden.

6. Das Muſſivgold. Man nimmt acht Theile Zinn und acht Theile Queckſilber, macht davon ein Amalgama. Dieſes vermiſcht man mit vier Theilen kochſalzgeſäuertem Ammoniak und ſechs Theilen Schwefel, ſetzt dieſes Gemiſche dem Feuer aus, es wird ſich entzünden, und das Muſſivgold bleibt zurück.

7. Das Operment, oder die natürliche Verbindung des Arſeniks mit Schwefel.

§. 344.

Was den Demant betrifft, ſo rechnete man ſonſt dieſen wegen ſeiner Härte und äuſſern Eigenſchaften zu den Kieſelarten, allein neuere Erfahrungen haben bewieſen, daß er unter die verbrennlichen Subſtanzen gehöre, obgleich ſeine Beſtandtheile weiter noch nicht bekannt ſind. Nach den neueſten Verſuchen hat er die größte Aehnlichkeit mit dem ganz reinen Kohlenſtoffe, indem er in Gefäßen, welche mit Sauerſtoff gefüllt und verſchloſſen ſind, ſich ganz in kohlengeſäuertes Gas verwandelt, wenn er darin angezündet wird.

§. 345.

Das Reißbley, Schreibebley, der Graphit (plumbago, plumbum ſcriptarium) iſt von

von einer dunkeleiſenſchwarzen Farbe, fühlt ſich fettig an, färbt ſtark und iſt nicht ſonderlich ſchwer. In verſchloſſenen Gefäßen erleidet es auch bey der ſtärkſten Hitze keine Veränderung; bey offenen Gefäßen aber verfliegt es größtentheils, und es bleibt nur etwas Eiſenhalbſäure zurück. An der Luft verändert es ſich nicht, löſet ſich auch nicht im Waſſer und Oelen auf. Salpeter verpufft mit ſelbigem ſehr lebhaft, und die Pottaſche und Soda zerſetzen es in der Glühehitze, erhalten aber dadurch einen etwas kohlenſauren Geſchmack. Wahrſcheinlich ſind ſeine Beſtandtheile Kohlenſäure und etwas Eiſen.

II. Subſtanzen der Körper, welche zum Thierreiche gehören.

§. 346.

Die thieriſchen Theile beſtehen aus Waſſerſtoff, Sauerſtoff und Kohlenſtoff. Eigentliches Oel und Waſſer enthalten ſie nicht, wohl aber die Beſtandtheile davon; es iſt aber hier nur ſolches Oel zu verſtehen, welches erſt durch die Deſtillation erzeuget wird. Bey einer Temperatur, welche höher als die des ſiedenden Waſſers iſt, vereiniget ſich der Waſſerſtoff mit dem Sauerſtoffe und bildet Waſſer, ſo wie Kohlenſtoff mit dem Waſſerſtoffe und bildet Oel. Alle thieriſche Theile enthalten Salpeterſtoff, welcher ſich mit dem Waſſerſtoffe verbindet, und dadurch Ammoniak erzeuget. Hier genüget es, die vorzüglichſten thieriſchen Subſtanzen mit ihren Eigenſchaften kurz anzuführen.

§. 347.

A. Die Gallerte (gelatina).

Dieſe findet ſich in allen weißen thieriſchen Theilen als Beſtandtheil z. B. der Knochen, Klauen, Hörner,

Muskelfaſern, Knorpel, des Zellengewebes u. ſ. f. In kochendem Waſſer löſet ſich dieſelbe aus dieſen Theilen auf, wodurch es etwas klebricht wird, aber einen milden Geſchmack ohne ſonderlichen Geruch erhält. Die ſogenannte Fleiſchbrüh iſt eine ſolche Auflöſung. Läßt man dieſe Auflöſung bis zu einem gewiſſen Grade abdampfen, ſo erhält man eine geronnene helle und etwas elaſtiſche Maſſe, welche auch im gemeinen Leben **Gallerte** genannt wird. Trocknet man dieſe Gallerte in der Wärme noch mehr, ſo wird endlich daraus eine harte hornartige Materie, welche im Waſſer vollkommen auflösbar iſt, und **Leim** genennet wird. Löſet man dieſen Leim wirklich im Waſſer auf, ſo geht er ſehr leicht in der Wärme in eine Fäulniß über.

§. 348.

B. Das thieriſche Fett (pinguedo, adeps).

Das Fett befindet ſich am meiſten an den äuſſerſten Enden der Arterien, und an denjenigen Theilen, welche vom Herzen und der Lunge am weiteſten entfernet ſind. Ihre Beſtandtheile ſind Oel, Fettſäure und Sauerſtoff. In Anſehung der Conſiſtenz iſt das Fett an verſchiedenen Thieren und nach den verſchiedenen Stellen, wo es abgeſondert wird, unterſchieden. Aeltere Thiere haben ein feſteres und gelberes Fett als jüngere.

§. 349.

C. Das Blut (ſanguis).

Das Blut gerinnt bey dem 20ſten Grad nach Reaum., und trennt ſich dadurch in drey verſchiedene Subſtanzen, nemlich in das **rothe Blutwaſſer**, in das **weiße Blutwaſſer** und in den **faſerichten Theil.** Das rothe Blutwaſſer unterſcheidet ſich von dem weiſ-

ſen

ſen blos dadurch, daß es Eiſenhalbſäure aufgelöſet enthält. Es beſitzet einiges Laugenſalz, und gerinnt ſowohl in der Wärme, als durch metalliſche Halbſäuren. Der faſerichte Theil iſt im Waſſer nicht auflösbar, wohl aber in den Laugenſalzen.

§. 350.

D. **Milch** (lac).

Dieſe iſt eine weiße ſüßſchmeckende Flüſſigkeit, und beſteht aus dieſen drey Beſtandtheilen, aus **Molken**, **Käſe** und **Butter**. Die Molken enthalten den ſogenannten **Milchzucker**, welcher einen ſüßlichen Geſchmack hat, und wahrer Zucker iſt, mit Milchſäure verbunden, die in den Molken anzutreffen iſt. Die Milch enthält mehr phosphorgeſäuerte Kalkerde, als alle andere thieriſche Theile. Mit Säuren gerinnt ſie. Der Käſe iſt eine weißartige Subſtanz, deren Erde eine phosphorgeſäuerte Kalkerde iſt. In der Butter iſt das thieriſche Oel mit der Fettſäure verbunden. Entwickelt ſich dieſe, ſo wird die Butter ranzig.

§. 351.

E. Die **Galle** (fel, bilis).

Dieſe iſt eine zähe, grünlichgelbe Flüſſigkeit, welche ſehr bitter ſchmeckt und einen unangenehmen Geruch hat. Im Waſſer läßt ſie ſich nicht auflöſen. Durch überſaure Kochſalzſäure ſondert ſich aus ihr eine eyweißartige käſige Maſſe ab. Sie beſteht aus harzigen Stoff, Eyweiß, Soda und etwas Wallrath.

§. 352.

F. Der **Magenſaft**

Er iſt vom Geſchmack ſalzigt, hat aber keinen Geruch. Mit Waſſer verbindet er ſich, gerinnt weder

durch

durch Säuren noch Alkalien, widerſteht der Fäulniß, und verurſachet dadurch, daß andere Subſtanzen, welche damit verbunden ſind, nicht faulen. Blaue Pflanzenſäfte färbt er roth, von wiederkäuenden Thieren aber grün. Milch gerinnt davon.

§. 353.

G. Der Speichel (ſaliva).

Iſt eine ungefärbte, ſchaumige Flüſſigkeit ohne Geruch und Geſchmack. Im Waſſer löſet er ſich auf, gerinnt durch Säuren.

H. Der Urin (urina).

Iſt eine wäßrichte Feuchtigkeit, und enthält Kochſalz, phosphorgeſäuertes Ammoniak, phosphorgeſäuerte Soda, Waſſer, Blaſenſtein, Gallerte und Schwefelſäure.

§. 354.

I. Lymphe (lympha coagulabilis).

Dieſe macht einen Beſtandtheil des Blutwaſſers aus. Durch die Säuren, Halbſäuren gerinnt ſie, und fällt als ein weißer Körper nieder ohne Geruch und Geſchmack, welcher ganz die Eigenſchaft des Käſe, der Milch oder des Eyweißes hat. Nach völligem Trocknen iſt ſie hart, ſpröde und durchſcheinend, löſet ſich im Waſſer und Weingeiſte nicht, wohl aber in concentrirten Säuren auf, wird jedoch durch Zuſatz vom Waſſer wieder daraus gefällt. Auf Kohlen gebracht giebt ſie einen Geruch wie verbrannte Haare, und mit Waſſer beſprengt, geht ſie leicht in Fäulniß über.

§. 355.

Wenn alle dieſe thieriſchen Theile einer Deſtillation unterworfen werden, ſo erhält man eine große Menge von Gas, vorzüglich kohlenſaures und brennbares

res Gas, alsdenn einen urinöſen Geiſt, feſtes kohlenſaures Ammoniak mit brenzlichtem Oele. Das Fett und der Milchzucker aber geben keinen urinöſen ſondern einen ſauren Geiſt und wenig brenzlichtes Oel.

§. 356.

Das Oel der thieriſchen Theile (oleum animale Dippelii), welches man durch die Deſtillation erhält, iſt anfänglich braun, weil er einen Theil Kohlenſtoff enthält, welcher beynahe ganz frey iſt. Er trennt ſich aber leicht davon auch ſchon an der freyen Luft. Daher erhält man dieſes durch wiederholte Rektificationen bey gelindem Feuer ganz waſſerhelle und ungefärbt, indem ſich dadurch der Kohlenſtoff davon trennt. Bringt man dieſes rektificirte Oel unter eine mit Sauerſtoffgas angefüllte Glocke, ſo ſaugt es ſchnell den Sauerſtoff ein, verbindet ſich mit dem im Oele befindlichen Waſſerſtoffe, und bildet Waſſer, das ſich auf dem Boden unter dem Oele ſammlet. Dadurch wird aber der Kohlenſtoff, welcher mit dem Waſſerſtoffe verbunden war, frey, und trübet das Oel wieder. Alles dies erfolgt auch, wenn das rektificirte Oel der freyen Luft ausgeſetzet wird, es wird wieder dunkler von Farbe, iſt nicht mehr ſo flüchtig wie vorher, und bekömmt einen ſchärfern unangenehmern Geruch und Geſchmack. Daher kommt es, daß das thieriſche Oel nur in wohlverſtopften Flaſchen weiß von Farbe erhalten werden kann. Wiederholet man dieſe Deſtillation ſehr oft bey einer ſtarken Hitze in großen Gefäßen, ſo wird zuletzt das thieriſche Oel völlig in Waſſer und Kohle zerleget.

§. 357.

Die Kohle, welche bey der trockenen Deſtillation der thieriſchen Theile, zurückbleibt, iſt von der Farbe ſchwarz, ohne Geſchmack und Geruch, löſet ſich weder

im

im Waſſer, noch in Oelen, noch im Weingeiſte auf, und iſt im ſtärkſten Feuer unſchmelzbar. Sie läßt ſich nur mit großer Mühe im Feuer einäſchern, und hinterläßt einen kleinen Rückſtand, welcher größtentheils phosphorgeſäuerte Kalkerde iſt.

§. 358.

Das Thierreich liefert auch verſchiedene Säuren, wovon folgende bekannt ſind: 1. die **Milchſäure**, 2. **Milchzuckerſäure**, 3. die **Ameiſenſäure**, 4. die **Raupenſäure**, 5. die **Fettſäure** und 6. die **Blauſäure**.

§. 359.

Die Milchſäure und Milchzuckerſäure iſt in den Molken enthalten. Die Milchſäure hat ſehr viele Aehnlichkeit mit der Eſſigſäure; die Milchzuckerſäure erhält man in feſter Geſtalt, und verbindet ſich mit den Metallen zu Salzen, welche ſehr wenig auflösbar ſind. Was die Ameiſenſäure betrifft, ſo erhält man ſie leicht durch eine gelinde Deſtillation der großen Ameiſen, oder man wäſcht die Ameiſen mit kaltem Waſſer ab, thut ſie in ein Tuch und ſchüttet heißes Waſſer darüber; alsdenn druckt man die Ameiſen gelinde aus. Hierauf deſtilliret man das Flüſſige: Will man die Ameiſenſäure im concentrirten Zuſtande haben, ſo läßt man ſie gefrieren. Die Raupenſäure kann man alſo gewinnen: man nimmt Seidenwürmerpuppen, ſchüttet Alkohol darüber, welches die Säure ausziehet; das Flüſſige läßt man alsdenn abdampfen, und erhält dadurch die reine Raupenſäure. Um die Fettſäure zu gewinnen, ſchmelzt man Fett in einem eiſernen Gefäße, wirft gepülferten ungelöſchten Kalk darein bey einem beſtändigen Umrühren. Hierauf vermehrt man das Feuer. Dadurch verbindet ſich die Fettſäure mit der Kalkerde. Gießt man auf

dieſe fettgeſäuerte Kalkerde Schwefelſäure, und deſtilliret ſie alsdenn, ſo geht die Fettſäure über. Was endlich die Blauſäure betrifft, ſo erhält man ſie aus dem Berlinerblau. Sie beſteht aus Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und Salpeterſtoff.

III. Subſtanzen der Körper, welche zum Pflanzenreiche gehören.

§. 360.

Alle Pflanzen enthalten, wie die thieriſchen Theile, Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und Sauerſtoff, alſo wohl die Beſtandtheile des Oels, Waſſers und kohlengeſäuertes Gas, aber ſonſt weder Oel noch Waſſer noch kohlengeſäuertes Gas. Dieſe drey Stoffe ſind in den Pflanzen ganz abgeſondert und erhalten einander bey der Temperatur unſerer Atmoſphäre das Gleichgewicht, der Waſſerſtoff iſt weder mit dem Kohlenſtoff noch mit dem Sauerſtoff in ſelbigen verbunden. Der Wärmeſtoff hat mit den beyden Beſtandtheilen, dem Waſſerſtoff und Sauerſtoff eine große Verwandſchaft, und bilden leicht ein Gas, da der Kohlenſtoff feuerbeſtändig bleibt. Bey der gewöhnlichen Temperatur unſerer Atmoſphäre hat der Sauerſtoff beynahe eine gleiche Verwandſchaft mit dem Sauer- und Kohlenſtoffe; bey der Glühehitze aber verbindet ſich der Sauerſtoff mit dem Kohlenſtoff ſtärker als mit dem Waſſerſtoffe, und bildet kohlengeſäuertes Gas. Die Verſchiedenheit der Verhältniſſe der drey Grundſtoffe der Pflanzen, in welchen ſie in ſelben enthalten ſind, beſtimmet die Unterſchiede in der Natur und dem Verhalten, welche man in den nähern Beſtandtheilen der Pflanzen wahrnimmt.

Man bringe Pflanzen in eine Retorte, ſetze ſie derjenigen Hitze, welche bis zum Siedpunkte des

Waſ-

Waſſers ſteigt, aus, ſo verbindet ſich der Waſſerſtoff mit dem Sauerſtoffe, und man erhält in der Vorlage Waſſer. Bald darauf verbindet ſich ein Theil des Waſſerſtoffs mit dem Kohlenſtoffe, und es geht flüchtiges riechendes Oel über.

Bringt man die Pflanzen in eine Glühehitze, ſo bemerket man kein Waſſer, ſondern es wird dieſes bey Entſtehung deſſelben in ſeine Beſtandtheile zerlegt. Der Sauerſtoff verbindet ſich nemlich mit dem Kohlenſtoffe, und es entſteht kohlengeſäuertes Gas; der Waſſerſtoff hingegen verbindet ſich mit dem Wärmeſtoffe, und bildet Waſſerſtoffgas. Der Rückſtand iſt eine Kohle, welche bey einigen Pflanzen Phosphor enthält. Einige Pflanzen enthalten auch Salpeterſtoff, welche ſich mit dem Waſſerſtoff verbinden, und daher Ammoniak bilden.

§. 361.

Werden hingegen die Pflanzen dem Feuer bey dem Zutritt einer freyen Luft ausgeſetzet, ſo wird der Erfolg ganz anders ausfallen. Iſt die Erhitzung groß genug geworden, ſo brechen die Pflanzen in eine Flamme aus, auch die zurückgebliebene Kohle brennt noch, jedoch ohne Flamme. Auf dieſe Weiſe werden die Pflanzen in einem ſo hohen Grade zerleget, daß nur eine geringe Menge von Erde zurückbleibt, welche man im gemeinen Leben Aſche nennt.

§. 362.

Wenn man alſo die Pflanzen in verſchloſſenen Gefäßen vermittelſt des Feuers zerleget, ſo erhält man

1. Waſſer, welches mit narcotiſchem Stoffe verbunden iſt, wenn die Pflanzen Riechendes enthalten.
2. Oel, welches anfänglich flüchtig und ſehr flüſſig iſt, bey fernerer Deſtillation aber dunkler und zäher wird, und einen brenzlichen Geſchmack und Geruch hat.

3.

3. Manchmal ſublimiret ſich kohlengeſäuertes Ammoniak.

4. Erhält man auch noch viel Waſſerſtoffgas und kohlengeſäuertes Gas.

5. In der Retorte bleibt endlich eine Kohle zurück. Dieſe iſt von Farbe ſchwarz, ſpröde, unſchmelzbar ohne Geruch und Geſchmack, und löſet ſich im Waſſer nicht auf, jedoch färbt ſie daſſelbe durch langes Kochen röthlich.

§. 363.

Die Aſche, welche nach dem gänzlichen Verbrennen der Pflanzen oder der Kohlen übrig bleibt, enthält die feuerbeſtändigen Theile derſelben ohne allen Zuſammenhang. Sie beſitzt noch auſſer den erdigten Theilen ſalzichte Theile, welche man durchs Auslaugen mit Waſſer von ſelbigen trennen kann. Aus der Aſche der mehreſten Pflanzen gewinnt man das oben angeführte Laugenſalz die Pottaſche, einiger anderer aber die ſogenannte Soda. Die nach dem Auslaugen der Aſche erdigten Theile ſind nach Beſchaffenheit des Bodens, worauf ſie geſtanden haben, verſchieden, mehrentheils ſind ſie Kalke, Thonerde und Kieſelerde, oftmals auch phosphorirte Kalkerde, oder auch eiſenhaltige Erde.

§. 364.

Die nähern Beſtandtheile der Pflanzen ſind folgende: 1. der Schleim oder Gummi, 2. fettes Oel, 3. ätheriſches Oel, 4. Kampher, 5. Harz, 6. Kleber, 7. ſtärkeartiger Stoff, 8. Zucker, 9. ſcharfer Stoff, 10. riechender Stoff, 11. zuſammenziehender Stoff und 12. die vegetabiliſchen Säuren.

§. 365.

A. Der Schleim oder Gummi (mucilago).

Er iſt ein vorzüglicher Beſtandtheil aller Pflanzen, und ihrer Theile; aus einigen Saamen, Wurzeln u.d.g.

kann man denſelben auf eine leichte Weiſe durchs Abkochen rein gewinnen, aus andern läßt er ſich zwar wegen Beymiſchung anderer Subſtanzen nicht ſo gleich rein erhalten, iſt aber allemal da. Von einigen Pflanzen dringt er vielmals von ſelbſt hervor, verdickt ſich an der Luft, und giebt das ſo bekannte Gummi. Er iſt im kalten und warmen Waſſer auflösbar, und giebt demſelben eine gewiſſe Klebrichkeit; in ätheriſchen Oelen und im Weingeiſte läßt er ſich nicht auflöſen. Wenn er völlig ausgetrocknet iſt, ſo beſitzet er eine Durchſichtigkeit, Sprödigkeit, keinen Geruch, und läßt ſich zerſtoßen. In der Wärme ſchmelzt er nicht, ſondern blähet ſich auf, giebt einen ſcharfen Dampf von ſich und verbrennt zuletzt mit Zurücklaſſung einer Kohle. Seine Grundſtoffe ſind Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und Sauerſtoff.

§. 366.

B. Fettes Oel (oleum unguinoſum).

Dieſes Oel erhält man aus den Saamen und Körnern verſchiedener Pflanzen, als des Mohns, Rübſaamens u. ſ. f. woraus er gepreßt wird. Dieſes Oel vermiſcht ſich weder mit Waſſer noch mit Weingeiſt, ſondern ſchwimmt allemal oben auf, es nährt die Flamme vermittelſt eines Dachtes, und macht aufs Papier getröpfelt einen Fleck, welcher durch Erwärmung nicht herausgebracht werden kann. Im reinen Zuſtande hat es einen lieblich angenehmen Geſchmack. Durch eine Verbindung des Sauerſtoffs mit dem Oele wird es ranzig und bekommt dadurch einen eckelhaften Geſchmack und Geruch; daher wird ein ſolches Oel, der freyen Luft ausgeſetzet ſehr bald ranzig, weil es aus ſelbiger den Sauerſtoff einſauget. Will man es alſo von dieſer Eigenſchaft freyhalten, ſo muß es in wohl verſtopften Flaſchen aufbewahret werden. Einige von

die

dieſen Oelen bleiben an der Luft beſtändig in flüſſiger Geſtalt, andere aber trocknen aus. Ferner ſind einige bey der gewöhnlichen Temperatur unſerer Atmoſphäre ſtets feſt, andere nicht, die erſtern nennt man auch **Pflanzenbutter** (butyra plantarum). Das Oel iſt zuſammengeſetzt aus Kohlenſtoff und Waſſerſtoff. Dieſe fetten Oele verbinden ſich mit den Laugenſalzen aufs innigſte, und geben eine Maſſe, welche man im gemeinen Leben Seife (ſapo) nennt, und die ſowohl im Waſſer als Weingeiſt ſich auflöſet. Verſchiedene Wäſſer, als z. B. Brunnenwaſſer, löſen die Seife nicht vollkommen auf, vorzüglich aus dem Grunde, weil ſie Beſtandtheile beſitzen, welche mit den Laugenſalzen eine größere Verwandſchaft als mit den Oelen haben; ſie heißen im gemeinen Leben **harte Waſſer** (aquae durae). Die ſogenannten **weichen Waſſer** (aquae molles) löſen die Seife aber allemal vollkommen auf.

§. 367.

C. Aetheriſches Oel, riechendes Oel (olea oderata, deſtillata).

Ein ſolches Oel erhält man durch die Deſtillation ſolcher Pflanzen, welche in freyer Luft einen riechenden Ausfluß umher verbreiten, als Nelken, Lavendel, Krauſemünze u. d. g. Bey einer gelinden Deſtillation geht dies Oel ſogleich nach dem Waſſer über, und ſchwimmt bey den mehrſten Pflanzen auf dem Waſſer, bey einigen aber ſinkt es unter. Es hat mehrentheils den Geruch derjenigen Pflanzen, woraus es erhalten iſt. In der Wärme verfliegt es ſehr leicht, und verbreitet einen Geruch. Wird von dieſem Oele ein Fleck aufs Papier gemacht, ſo verliert ſich dieſer Fleck wieder, wenn er erwärmet wird. Mit der Flamme eines Lichtes zündet es, ohne vorher erhitzt zu ſeyn, und

löſet ſich im Weingeiſte auf. Mit dem Sauerſtoffe verbindet ſich dieſes Oel noch leichter als das fette, und erhält dadurch eine dunklere Farbe. Diejenigen Körper, welche von einem ſolchen Oele durchdrungen ſind, widerſtehen der Fäulniß. Mit Säuren vermiſcht verwandelt ſich dies Oel in Harz. Mit den Laugenſalzen verbindet ſich dieſes Oel ſchwer, giebt aber in der Verbindung eine harte Seife.

§. 368.

D. Kampfer (camphora).

Er iſt von Farbe weiß, durchſcheinend und glänzend, läßt ſich nicht wohl zerſtoßen, ſondern fletſcht ſich mehr, fühlt ſich nicht fettig aber auch nicht ſcharf an, er hat einen durchdringenden ſtarken Geruch und Geſchmack, iſt flüchtig, ſchmelzt in geringer Hitze und verbrennt mit einer ſtarken Flamme und Ruß ganz ohne Rückſtand zu hinterlaſſen. In Oelen und Weingeiſt löſet er ſich auf aber nicht im Waſſer. Er iſt ein mit Sauerſtoff verbundenes weſentliches Oel. Wird er oftmals über Salpeterſäure deſtilliret, ſo erhält man daraus eine eigene Säure, Kampferſäure.

§. 369.

E. Harz (reſina).

Man findet dieſen an manchen Pflanzen von ſelbſt hervorgedrungen und an der Luft verhärtet, wie z. B. an der Fichte, am Kühnbaum u. ſ. Er unterſcheidet ſich vom Schleime vorzüglich dadurch, daß er ſich nicht im Waſſer, wohl aber in Oelen und dem Weingeiſte auflöſet. Dieſe natürlichen Harze ſind gewöhnlich anfänglich mit ätheriſchem Oele verbunden, und daher flüſſig, und heißen alsdenn Balſame (balſami naturales); nach Verdunſtung des Oels aber, erhalten ſie erſt eine feſte Conſiſtenz, und gehen in Harze

über,

über, behalten jedoch immer noch einen ätheriſch öligten Geruch. In der Wärme wird er flüſſig, bricht zuletzt in eine Flamme aus, und brennt mit ſtarkem Dampfe und Ruß; ſein Rückſtand iſt eine Kohle. Aus verſchiedenen Pflanzen quellen Säfte hervor, welche zugleich harzicht und gummicht ſind, und heißen daher **Gummiharze** (Gummi reſinae). Dieſe löſen ſich im Weingeiſte und Waſſer nicht vollkommen auf, und haben ſehr wenige oder gar keine Durchſichtigkeit. Es giebt noch eine eigene Gattung vom Harz, welche das **elaſtiſche Harz** (gummi elaſticum) **Federharz** genannt wird. Es brennt wie die gewöhnlichen Harze, iſt aber weich und ſehr elaſtiſch, löſet ſich weder im Waſſer noch im Weingeiſt auf, wohl aber in ätheriſchen Oelen, wenn ſie erwärmet ſind. In der Hitze zerfließt es zu einer ſchwärzlichen Maſſe, welche nach dem Erkalten keine Elaſticität mehr zeiget.

§. 370.

F. Kleber (colla).

Dieſer findet ſich vorzüglich in dem Mehle der Getraidekörner, auch in einigen andern Theilen der Pflanzen, wiewohl nicht ſo rein als im Mehle, und vorzüglich im Weitzenmehle. Wenn man nemlich Weitzenmehl mit kaltem Waſſer zu einem Teige knetet, und dieſen zwiſchen den Händen oder Leinwand ſo lange durchwäſcht, bis das Waſſer nicht mehr trübe oder milchicht, ſondern ganz rein iſt, ſo erhält man eine gelbgraue zähe, in Fäden ziehbare Materie, die ſich weder im Waſſer noch im Weingeiſte auflöſen läßt, und mit den fadenartigen Theile im Blute viel Aehnlichkeit hat. Dieſe heißt eben der **Kleber**. In der Wärme härtet er zu einer halbdurchſichtigen trocknen Materie, die an die Flamme des Lichts

gehalten ſich aufblähet, kniſtert, ſchmelzt und mit einem Rauche brennt, welcher wie verbrannte Haare oder Federn riecht. Er beſteht aus dem Waſſerſtoffe, Kohlenſtoffe, Stickſtoffe, Sauerſtoffe, Phosphor und Kalkerde.

§. 371.

G. Stärkeartiger Stoff.

Wenn das zur Erhaltung des Klebers abgeſpülte Waſſer aufgefangen wird, ſo ſetzt ſich in dieſem ein weißer Bodenſatz, welcher Stärke (amylum) genannt wird. Trocknet man dieſe, ſo bemerkt man an ihr keinen Geruch und Geſchmack; ſie löſet ſich nicht im kalten Waſſer, im Weingeiſte, auch nicht in Oelen auf, wohl aber im heiſſen Waſſer, wodurch ein Kleiſter entſteht, welcher dem Pflanzenſchleime ähnlich iſt. Wird das Waſſer, worin ſich die Stärke geſetzet hat, noch ehe ſie ſauer geworden iſt, abgedampft, ſo erhält man eine braungelbe zähe Materie, welche einen ſüßlichen zuckerartigen Geſchmack hat, und der ſchleimig-zuckerartige Beſtandtheil des Mehls heißt. Die Beſtandtheile der Stärke ſind, Waſſerſtoff, Sauerſtoff und Kohlenſtoff.

§. 372.

H. Zucker (ſacharum).

Er iſt ein weſentliches Salz der Pflanzen, welche einen ſüßen Geſchmack haben, ob es gleich aus wenigen mit Vortheil gewonnen werden kann. Der gewöhnlich verkäufliche Zucker wird aus dem ausgepreßten Safte des ſogenannten Zuckerrohrs durchs Abdampfen erhalten, welcher nachher von den übrigen Unreinigkeiten befreyet, und als ein feſtes weißes Salz gewonnen wird. Dieſes Salz iſt vom Geſchmack ſüß, löſet ſich im Waſſer und Weingeiſte auf, und läßt ſich

ſich kryſtalliſiren. Er iſt zuſammengeſetzt aus Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und Sauerſtoff.

§. 373.

I. Scharfer Stoff (principium acre).

Es giebt verſchiedene Pflanzen und Theile davon, welche entweder gar keinen oder nur einen ſchwachen Geruch haben, friſch aber auf die Haut gelegt in einer gewiſſen Zeit eine Entzündung verurſachen. Hieher gehören z. B. die Wurzeln der Meerzwiebel, der blauen Schwerdtlilien, die Blätter des Fingerhuts, Eiſenhütlein u. ſ. Werden dieſe Pflanzen über Waſſer deſtilliret, ſo erhält das Waſſer alle dieſe Schärfe. Bey vielen Pflanzen iſt dieſer ſcharfe Stoff mit andern Beſtandtheilen verbunden, und einigermaßen gemildert, wie z. B. beym Merrettig, Rettig, Senfſaamen, Kreſſe u. d. g. Dieſer ſcharfe Stoff iſt flüchtig, und verliert ſich daher bey ſolchen Pflanzen, wenn ſie getrocknet werden. Wegen ſeiner Flüchtigkeit hat er noch nicht genug unterſucht werden können.

§. 374.

K. Riechender Stoff (principium narcoticum).

Es giebt viele Pflanzen und Theile davon, welche einen ſolchen Geruch haben, der betäubend iſt, wie z. B. der Jasmin, der Taback, Kirſchlorbeer u. d. g. Dieſer Stoff iſt ſehr fein, und erſcheint immer in Gasgeſtalt, er iſt allezeit mehr oder weniger giftig, und in einigen für die Thiere tödtlich. Durchs Abtrocknen verlieren die Pflanzen dieſes Riechende, übers Waſſer deſtilliret aber geben ſie demſelben den riechenden Stoff. In manchen Pflanzen iſt dieſer riechende Stoff ebenfalls mit andern Beſtandtheilen verbunden, wodurch die Stärke des Geruchs gemildert wird.

§. 375.

L. Zuſammenziehender Stoff (principium adſtringens).

Verſchiedene Pflanzen und Theile davon haben einen zuſammenziehenden Geſchmack, wie z. B. die Rinde, die Blätter der Eiche, die Galläpfel, das Braſilienholz u. ſ. f. Dieſer Stoff iſt auch das Mittel, in einer Auflöſung des Eiſens mit Säuren einen ſchwarzen Niederſchlag zu bewirken. Dieſer Stoff läßt ſich durchs Waſſer aus den Pflanzen vollkommen ausziehen, ſo wie durch den Weingeiſt; er iſt aber beſtändig mit ſchleimichten, harzigen und andern Theilen verbunden. In vollkommen reinem Zuſtand läßt er ſich kryſtalliſiren, und zeiget ſich als ein weißes nadelförmiges Salz, welches alle Eigenſchaften einer Säure hat. Man nennt es Galläpfelſäure (acidum gallaceum). Dieſe iſt in der Hitze flüchtig und zündet auf glühenden Kohlen. Die Beſtandtheile dieſes zuſammenziehenden Stoffes ſind bis jetzt noch nicht bekannt.

§. 376.

Von den vegetabiliſchen Säuren ſind auſſer der Galläpfelſäure noch folgende bekannt: 1. die Eſſigſäure, 2. die Weinſteinſäure, 3. die brenzliche Weinſteinſäure, 4. die Sauerkleeſäure, 5. die Zitronenſäure, 6. die Aepfelſäure, 7. die Benzoeſäure, 8. die Kampferſäure, 9. die brenzliche Holzſäure, 10. die brenzliche Schleimſäure.

§. 377.

A. Die Eſſigſäure (acidum aceti).

Dieſe Säure macht einen Beſtandtheil des Eſſigs aus, welcher durch die Gährung verſchiedener Pflanzen und Theilen davon entſtehet. Im Weingeiſt befindet ſie

ſich

ſich mit vielem Waſſer, mit ſchleimichten Theilen und andern Beſtandtheilen vermiſcht. Um ſie rein zu erhalten, wird der Weingeiſt bey gelindem Feuer deſtilliret, da ſie alsdenn mit dem Waſſer in die Vorlage übergehet. Sie läßt ſich durchs Abdampfen in feſter Geſtalt darſtellen, gewöhnlich aber iſt ſie im flüſſigen Zuſtande unter dem Namen deſtillirter Eſſig bekannt. Sie beſteht aus Waſſerſtoff und Kohlenſtoff, welche durch Sauerſtoff geſäuert ſind. Sie giebt mit den Alkalien Erden verſchiedene Neutral- und Mittelſalze:

1. mit Pottaſche: die eſſigſaure Pottaſche (alcali vegetabile acetatum, terra foliata tartari, acetite de potaſſe). Dieſe bildet weiße, blätterichte Kryſtallen, welche an der Luft zerfließen und im Waſſer leicht aufſlösbar ſind.

2. Mit Soda: die eſſigſaure Soda (alcali minerale acetatum, acetite de ſoude). Dieſe giebt prismatiſche Kryſtallen, welche an der Luft verwittern und ſich im Waſſer auflöſen laſſen.

3. Mit Ammoniak: das eſſigſaure Ammoniak, Mindeͤrers Geiſt, (alcali volatile acetatum, ſpiritus Mindereri, acetite d'ammoniaque). Iſt ſehr flüchtig, und ſchwer zu kryſtalliſiren.

4. Mit Kalkerde: die eſſigſaure Kalkerde (calx acetata, Acetite de chaux).

5. Mit Schwererde: die eſſigſaure Schwererde (terra ponderoſa acetata, acetite de baryte). Sie ſchießt in Kryſtallen an, u. ſ. f.

§. 378.

B. Die Weinſteinſäure (acidum tartari).

Dieſe macht einen Beſtandtheil des Weinſteins eines bekannten Salzes aus. Man erhält ſie, wenn man Weinſtein im kochenden Waſſer auflöſet, und Kalkerde ſo lange zuſetzet, bis das Saure geſättiget iſt. Den Niederſchlag als weinſteinſaure Kalkerde wäſcht man

alsdenn mit kaltem Waſſer aus und trocknet ſelbigen. Hierauf gießt man mit Waſſer verdünnte Schwefelſäure zu, läßt dieſe Miſchung in gelinder Wärme mit öftern Umſchütteln 12 Stunden lang digeriren. Hierbey verbindet ſich die Schwefelſäure mit der Kalkerde, und das Weinſteinſaure wird frey. Das Flüſſige gießt man ab, filtrirt es, und gewinnt nach Abdampfung daraus die Weinſteinſäure in feſter Geſtalt. In der Luft iſt ſie beſtändig, verbrennt aber im Feuer, und läßt eine Kohle zurück. Ihre Grundlagen ſind Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und Sauerſtoff. Mit Laugenſalzen und Erden giebt ſie folgende Neutral- und Mittelſalze:

1. Mit Pottaſche: weinſteinſaure Pottaſche, Weinſtein (tartarus tartarisatus, tartrite de potaſſe). Kryſtalliſiret in vierſeitigen Prismen, die an der Luft zerfließen.
   Säuerliche weinſteinſaure Pottaſche (cremor tartari, tartrite acidule de potaſſe), kryſtalliſiret in vierſeitigen Prismen.

2. Mit Soda: weinſteinſaure Soda, Seignetteſalz (ſal ſeignette), kryſtalliſiret in großen Kryſtallen, welche an der Luft zerfließen.

3. Mit Ammoniak: das weinſteinſaure Ammoniak (tartarus ſolubilis), kryſtalliſiret in rhomboidaliſchen Kryſtallen, welche an der Luft keine Aenderung leiden.

4. Mit Kalkerde: weinſteinſaure Kalkerde (calx tartariſata, tartrite de chaux). Löſet ſich im Waſſer nicht auf. u. ſ. w.

§. 379.

C. Die brenzliche Weinſteinſäure.

Man erhält dieſe ſchwache brenzliche Säure aus dem Weinſtein durch eine Deſtillation. Die Neutralſalze, welche dieſe Säure mit den Alkalien liefert, ſind in Anſehung ihrer Eigenſchaften noch wenig bekannt.

§. 380.

§. 380.

D. Die Sauerkleeſäure (Acidum oxalinum).

Dieſe Säure iſt ein Beſtandtheil des Sauerkleeſalzes, in welchem ſie mit Pottaſche verbunden iſt. Man gewinnt dieſe Säure am beſten aus dem Zucker. Man gießt nemlich ſechs bis acht Theile Salpeterſäure auf einen Theil Zucker, und bringt dieſe Miſchung in eine gelinde Wärme, dabey entſteht ein ſtarkes Aufbrauſen mit Entwickelung eines ſalpeterhalbſauren Gaſes. Läßt man alsdenn dieſes Flüſſige ruhig ſtehen, ſo erhält man Kryſtalle von reiner Sauerkleeſäure. Um ſie ganz rein zu erhalten, löſet man dieſe Kryſtalle noch einmal im Waſſer auf, und dampft es ab. Dieſe Kryſtalle verwittern an der Luft. Die Sauerkleeſäure löſet beynahe alle Metalle und ihre Halbſäuren auf. Sie unterſcheidet ſich übrigens von den andern Pflanzenſäuren darin, daß ſie mit Laugenſalzen und Erden verbunden, eigene Neutral- und Mittelſalze liefert:

1. Mit Pottaſche: ſauerkleegeſäuerte Pottaſche (alcali vegetabile oxalatum, oxalate de Potaſſe). Iſt ein kryſtalliſirbares Salz, welches im Waſſer ſehr leicht ſich auflöſet.

Säuerliche ſauerkleegeſäuerte Pottaſche, Sauerkleeſalz (oxalate acidule de Potaſſe). Giebt kleine blättrige Kryſtallen, welche ſich an der Luft nicht verändern, im Waſſer aber auflösbar ſind.

2. Mit Soda: ſauerkleegeſäuerte Soda (alcali minerale oxalatum, oxalate de ſoude). Dies Salz iſt im Waſſer ſchwer aufzulöſen.

3. Mit Ammoniak: ſauerkleegeſäuertes Ammoniak (alcali volatile oxalatum, oxalate d'ammoniaque). Dieſes Salz läßt ſich im Waſſer leicht auflöſen. u. ſ. w.

§. 381.

E. Die Zitronenſäure (acidum citri).

Dieſe macht einen Beſtandtheil des Zitronenſaftes und anderer ſauren Säfte aus, als der ſauren Kirſchen,

der

der unreifen Weintrauben, der Johannisbeeren, der Preuſſelbeeren u. ſ. f. in welchen ſie mit Eſſigſäure verbunden iſt. Man gewinnt ſie rein ſehr leicht dadurch, wenn man den Saft der Zitronen auspreßt, dieſen eine geraume Zeit an einem kühlen Orte ſtehen läßt, damit die ſchleimichten Theile ſich ſetzen. Hierauf läßt man die Säure bey einer Temperatur von etwa 4 Grad Reaum. unter dem Gefrierpunkte frieren; dadurch erhält man die concentrirte Zitronenſäure. Dieſe zitronengeſäuerte Kalkerde wäſcht man alsdenn mit kaltem Waſſer aus, und gießt Salpeterſäure darüber. Dadurch verbindet ſich die Kalkerde mit der Schwefelſäure, und die Zitronenſäure wird frey und bleibt flüſſig. An der Luft verändert ſie ſich nicht. Mit den Laugenſalzen und Erden verbunden, giebt ſie eigne Neutral- und Mittelſalze:

1. Mit Pottaſche: die zitronengeſäuerte Pottaſche (alcali vegetabile citratum, citrate de potaſſe).
2. Mit Soda: die zitronengeſäuerte Soda (alcali minerale citratum, citrate de ſoude).
3. Mit Ammoniak: das zitronengeſäuerte Ammoniak (alcali volatile citratum, citrate d'ammoniaque). Dieſe drey Neutralſalze geben Kryſtallen, welche an der Luft zerfließen.

Die Verbindungen der Zitronenſäure mit den Erden oder die daher entſtandenen Mittelſalze laſſen ſich nicht kryſtalliſiren, ſind übrigens noch wenig unterſucht.

§. 382.

F. Die Aepfelſäure (acidum malicum).

Dieſe Säuren findet man in den Aepfeln und verſchiedenen andern Früchten als Berberisbeeren, Hollunderbeeren, Pflaumen, Schlehen u. d. g. Man erhält ſie, wenn man den Saft der Aepfel mit Pottaſche oder Soda ſättiget. Auf dieſes Flüſſige gießt man eine Auflöſung von eſſiggeſäuertem Bley. Die

Aepfel-

Aepfelſäure verbindet ſich mit dem Bley und ſinkt zu Boden. Dieſen Niederſchlag wäſcht man mit Waſſer aus, und gießt ſchwache Schwefelſäure darauf. Dieſe Säure verbindet ſich mit dem Bley und die Aepfelſäure wird frey und bleibt flüſſig. Mit den Laugenſalzen und Erden verbunden giebt ſie eigene Neutral- und Mittelſalze:

1. Mit Pottaſche: apfelgeſäuerte Pottaſche (alcali vegetabile malatum, malate de potaſſe).
2. Mit Soda: apfelgeſäuerte Soda (alcali minerale malatum, malate de ſoude).
3. Mit Ammoniak: apfelgeſäuertes Ammoniak (alcali volatile malatum, malate d'ammoniaque).

§. 383.

G. Die Benzoeſäure (acidum benzoicum).

Dieſe macht einen Beſtandtheil in dem Benzoeharze aus. Man kann ſie daraus entweder durch eine gelinde Sublimation oder durch Auskochen mit Kalkwaſſer oder mit Laugenſalzen gewinnen. Man erhält ſie in feſter Geſtalt von Farbe weiß. Sie iſt übrigens in Anſehung des Geſchmacks etwas ätzend, und in der Luft verändert ſie ſich nicht; im kalten Waſſer löſet ſie ſich ſchwer auf, leichter aber im warmen. Mit Laugenſalzen und Erden giebt ſie folgende Neutral- und Mittelſalze:

1. Mit Pottaſche: benzoegeſäuerte Pottaſche (alcali vegetabile benzoatum, benzoate de potaſſe.)
2. Mit Soda: benzoegeſäuerte Soda (alcali minerale benzoatum, benzoate de ſoude).
3. Mit Ammoniak: benzoegeſäuertes Ammoniak (alcali volatile benzoatum, benzoate d'ammoniaque). Dieſe drey Salze ſind kryſtalliſirbar, und werden von dem Wärmeſtoffe zerlegt.
4. Mit Kalkerde: benzoegeſäuerte Kalkerde (calx benzoata, benzoate de chaux). Dieſes Salz ſchmeckt ſüßlich, und löſet ſich im Waſſer auf. u. ſ. w.

§. 384.

§. 384.

H. Kampferſäure (acidum camphoricum).

Sie iſt ein Beſtandtheil des Kampfers, und man gewinnt ſie alſo: wenn man Salpeterſäure über Kampfer verſchiedenemal abdeſtilliret, ſo erhält man eine Säure, welche viele Aehnlichkeit mit der Sauerkleeſäure und Benzoeſäure hat. Die Neutral- und Mittelſalze, welche aus der Verbindung der Laugenſalze mit dieſer Säure entſtehen, ſind noch nicht genug unterſucht.

§. 385.

I. Die brenzliche Holzſäure.

Sie macht einen Beſtandtheil des Holzes aus, und gewinnt ſie vermittelſt der Deſtillation in braungefärbter Geſtalt mit Oel und Kohlenſtoff überladen. Um ſie alsdenn rein zu erhalten, wird ſie rektificiret. Herr Göttling hat dieſe Säure zuerſt entdeckt.

§. 386.

K. Die brenzliche Schleimſäure.

Sie iſt als ein Beſtandtheil in ſolchen Pflanzen enthalten, welche Zucker geben, und gewinnt ſie durch die Deſtillation des Zuckers. Von Farbe iſt dieſe Säure gelblichroth; löſet Erden, Laugenſalze und das Gold, Silber, Queckſilber, Bley, Kupfer und Zinn auf. Ihre Grundſtoffe ſind Waſſer und wenig geſäuerte Oele. Ihre gelbrothe Farbe kann zum Theil durch Rektification benommen werden. Wenn man ſie gehörig mit Salpeterſäure behandelt, ſo gewinnt man aus ihr theils Sauerkleeſäure, theils Apfelſäure.

Zweytes Kapitel.

Von ſelbſt erfolgende Miſchungsveränderung vegetabiliſcher und thieriſcher Körper.

§. 337.

Alle thieriſche und vegetabiliſche Körper beſtehen aus den drey Grundſtoffen, Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und Sauerſtoff, welche bey der gewöhnlichen Temperatur unſerer Atmoſphäre beſtändig einander das Gleichgewicht halten. Sobald aber dies Gleichgewicht der Grundſtoffe unter einander aufhört, es ſey aus welchem Grunde es wolle, ſo bemerken wir an dieſen Körpern eine erfolgende Miſchungsveränderung. Die Erfahrung lehret, daß eine ſolche Veränderung nur alsdenn vor ſich gehen könne, wenn die vegetabiliſchen und thieriſchen Körper bey einem gewiſſen Grade von Wärme und Feuchtigkeit der freyen Luſt ausgeſetzet ſind. So bald wie dieſe Bedingungen wegfallen, ſo fällt auch die ſelbſt erfolgende Veränderung dieſer Körper weg. Die von ſelbſt erfolgende Miſchungsveränderung aber aller vegetabiliſchen und thieriſchen Körper, nennt man Gährung (fermentatio). Durch dieſe verändern ſich die Eigenſchaften und Natur der Körper und bilden ſich neue Produkte, die vorher nicht da waren. Man bemerkt beſonders drey Stuffen dieſer Gährung, nemlich Weingährung (fermentatio vinoſa), Eſſiggährung (fermentatio acida) und Fäulung oder faule Gährung (putrefactio).

§. 388.

Wenn der ausgepreßte Saft der Weintrauben oder der Moſt, ſo wie alle übrige ſchleimichte Flüſſigkeiten des vegetabiliſchen Reichs, deren Baſis Zuckerſtoff zu ſeyn ſcheinet, welche alſo einen ſüßlichen Geſchmack haben, einer Gährung ausgeſetzet werden, ſo bemerkt man gar bald große Miſchungsveränderungen. Der Moſt erleidet eine merkliche innere Bewegung, wird trübe, und in ein größeres Volum ausgedehnt; zugleich höret man ein Geräuſch, welches man Brauſen nennt, wobey ſich Luftarten entwickeln, welche eben dieſes Geräuſch verurſachen. Auf der Oberfläche bemerkt man auch eine ſchäumige Maſſe, welche Gäſch genannt wird. Nach einer längern oder kürzern Zeit hört endlich die Gährung auf, der Gäſch verlieret ſich, und der Moſt hat ſich in ein ganz anderes Produkt umgeſchaffen. Die Klebrichkeit des Moſtes iſt verſchwunden, die gegohrne Flüſſigkeit iſt helle und klar worden, und hat einen geiſtigen Geſchmack und Geruch erhalten, welcher betäubend iſt; zugleich hat ſich eine dicke grauliche Maſſe abgeſondert, welche man Hefen (faex) nennet, ſo wie ein weſentliches Salz, der Weinſtein. Soll nun die gegohrne geiſtige Materie, die unter dem Namen Wein bekannt iſt, keine fernere Miſchungsveränderung erfahren, ſo muß er von den Hefen abgezogen, vor dem Zugange der freyen Luft bewahret, und an einen kühlen Ort gebracht werden, damit alle die Bedingungen, unter welchen eine neue Gährung ſtatt finden könne, nicht vorhanden ſind. Je mehr Zuckerſtoff im Verhältniſſe mit dem Waſſer im Moſte iſt, deſto geiſtiger wird der Wein. Bey einer ſehr großen Menge Zuckerſtoff kommt auch wohl ein Theil wegen des zu wenig Wäſſerichten im Moſte nicht einmal in Gährung, verbindet ſich daher mit der geiſtigen gegohrnen Materie aufs genaueſte, und liefert dadurch die ſogenannten

nannten ſüßen Weine, welche Produkte der heißen Länder ſind. Oefters wird die Weingährung mit Fleiß unterbrochen, um den Weinen die ſchäumende Eigenſchaft mitzutheilen oder ſie in mouſſirende Weine, wie z. B. der Champagnerwein iſt, umzuwandeln. Es werden dieſe nemlich abgezogen, wenn die Weingährung noch nicht ganz vorüber iſt, und für den Zugang der freyen Luft verwahret.

§. 389.

Alle vegetabiliſche Flüſſigkeiten, welche einen ſchleimigzuckrichten Beſtandtheil beſitzen, ſind einer Weingährung fähig, und zwar wird die weinartige Maſſe deſto geiſtiger, je mehr Zuckerſtoff in den Flüſſigkeiten anzutreffen iſt. Dahin gehöret vorzüglich der Aepfelwein, Birnwein oder der Cider, der Meth aus dem Honig und das genugſam bekannte Bier. Es giebt aber auch viele Flüſſigkeiten, welche ſelbſt bey allen Bedingungen einer Weingährung dennoch nicht ſo leicht in Gährung übergehen, theils wegen eines gewiſſen Mangels am Zuckerſtoff, theils aber auch wegen zu großer Wäſſerigkeit; daher ſetzet man dieſen Flüſſigkeiten etwas zu, welches die Gährung befördert, und dieſes nennt man Gährungsmittel (fermentum). Dieſes kann entweder eine ſolche Subſtanz ſeyn, welche wirklich ſchon in Gährung, oder eine ſolche, welche leicht dazu aufgeleget iſt.

§. 390.

Weil das Geiſtige einer weinartigen gegohrnen Materie beſtändig flüchtig iſt, ſo läßt ſich dieſes durch eine gelinde Deſtillation von dem Waſſer, womit es verbunden, beſonders gewinnen, obgleich nicht ganz rein, jedoch mit weit weniger Waſſer, als die gegohrne Materie hatte. Man nennt dieſes Flüſſige auch Weingeiſt (ſpiritus ardens, ſpiritus vini).

Dieſer ſiedet in einer weit geringern Hitze, als das Waſſer, brennt leicht am Feuer und zwar mit einer bläulichen Flamme ohne Dampf und Ruß. Durch wiederholtes ſehr gelindes Deſtilliren läßt ſich der Weingeiſt noch mehr concentriren, und eben derjenige Weingeiſt, welcher ſo viel als möglich das wenigſte Waſſer enthält, heißt Alkohol oder höchſt-rektificirter Weingeiſt (ſpiritus vini rectificatiſſimus). Das Alkohol beſteht aus Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und etwas Waſſer.

§. 391.

Wenn irgend eine Verbindung des Sauerſtoffs mit Alkohol ſtatt finden kann, ſo erhält man dadurch ein anderes Produkt, welches die Naphtha genennet wird. Beynahe alle Säuren ſind geſchickt, mit dem Alkohol in eine Verbindung zu treten, folglich Naphtha zu liefern; vorzüglich merkwürdig aber iſt die ſchwefelſaure Naphtha. Es verbindet ſich nemlich der Sauerſtoff mit dem Waſſerſtoffe und dem Kohlenſtoffe im Alkohol, und daher entſteht 1. ein flüchtiges Oel, Naphtha, 2. ein riechendes Oel, und 3. ein Harz. Die ſchwefelſaure Naphtha iſt eine leichte flüſſige Materie, vom Geruch und Geſchmack angenehm, ſehr flüchtig, löſet ſich leicht im Weingeiſte, aber ſchwer im Waſſer auf. Sie entzündet ſich auch ſehr leicht, und noch ehe ſie die Flamme berühret, und verbrennt mit einer hellen und ſtarken Flamme.

§. 392.

Was die Theorie der Weingährung und der entſtandenen geiſtigen Maſſe anlangt, ſo iſt es natürlich, daß ſie blos aus dem Verhältniſſe der Beſtandtheile der Subſtanz, welche einer Gährung fähig iſt, und des daher entſtandenen geiſtigen Produktes hergeleitet wer-

werden muß. Die Grundſtoffe der ſchleimichtzuckrichten Theile ſind Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und Sauerſtoff. Weil nun die Wärme die erſte Bedingung zur Gährung iſt, ſo verbindet ſich in dem ſchleimichtzuckerichten Theile der Sauerſtoff theils mit dem Kohlenſtoffe, theils aber auch mit dem Waſſerſtoffe, und bildet daher Kohlenſäure und Waſſer; durch den Wärmeſtoff aber wird die Kohlenſäure luftförmig, und geht als kohlenſaures Gas davon, und eben dadurch entſteht das Geräuſch, welches man Brauſen nennt. Zum Theil wird aber dieſe Entwickelung dieſer Luftart wegen der Klebrichkeit des Flüſſigen unterdrücket, und bildet daher die ſchäumige Maſſe oder den Gäſch. Natürlich wird nun nach Abſcheidung des kohlenſauren Gas, welches aus zweyen weſentlichen Beſtandtheilen der gährenden Subſtanz vor der Gährung zuſammengeſetzet iſt, das Verhältniß der Grundſtoffe ganz anders ſeyn, als vor der Gährung, folglich muß auch eine ganz andere Miſchung entſtehen, ein ganz neues Produkt. Daher bilden nun der Waſſerſtoff, noch ein Theil Kohlenſtoff und etwas Waſſer in einer innigſten Verbindung das Geiſtige, oder den Alkohol. Dieſes Alkohol kann aber nun nicht mehr die Beſtandtheile aufgelöſt erhalten, welche das Waſſer der zur Gährung ausgeſetzten Subſtanz aufgelöſet hatte, folglich muß ſich dieſe Subſtanz trüben, und dadurch ſondern ſich nach und nach ſchleimichte Theile ſo wie der Weinſtein aus der gährenden Subſtanz immer mehr und mehr ab. Hätte der Wein wenig Geiſtiges, ſo bleibet auch wohl noch etwas in den übrigen wäßrichten Theilen von dem Schleime und Weinſtein aufgelöſet.

§. 393.

Wenn die Weingährung ganz vorüber iſt, und es bleibt die gegohrne Materie einer freyen Luft und

einer fernern Wärme ausgeſetzet, ſo gehet von neuem eine Miſchungsveränderung in dem Weine vor, und es entſteht abermals ein ganz neues Produkt, deſſen Eigenſchaften und Natur ganz verſchieden von denen des Weines ſind. Wird nemlich der Wein einer Temperatur von 18 bis 25 Grad nach Reaum. ausgeſetzt, ſo nimmt man von neuem wahr, daß ſich der Wein trübet, daß er von einer kahnichten Haut bedecket wird, und ſich eine gewiſſe fadenartige Materie aus ihm trennt. Nach einiger Zeit wird er allmählig wieder klar und helle, jedoch hat er nun den geiſtigen Geſchmack und Geruch, welcher vorher kopfſtürmend war, gänzlich verloren, und iſt zu einer völligen ſauren Flüſſigkeit umgeſchaffen worden, und heißt auch **Eſſig** (acetum). Bey dieſer Eſſiggährung ſind als vorzügliche Bedingungen vorauszuſetzen, daß der Wein noch ſchleimichte Theile enthalte, daß eine Temperatur von 18 bis 25 Grad nach Reaum. da ſey, und daß Sauerſtoffgas gegenwärtig ſey. Daher kann ſich der Wein ohne freyen Zutritt der Luft nicht in Eſſig verwandeln. Denn eben in der Luft ſauget der Wein den Sauerſtoff an ſich, und verbindet ſich damit. Die Eſſigſäure beſteht aus Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und Sauerſtoff, alſo aus eben den Stoffen wie der Wein, nur in ganz andern Verhältniſſen.

§. 394.

Weil die Eſſigſäure ebenfalls wie das Geiſtige im Weine flüchtig iſt, ſo kann man die durch Eſſiggährung erlangte Flüſſigkeit einer Deſtillation unterwerfen, und auf dieſe Weiſe einen reinern Eſſig erhalten, welcher zwar immer noch mit Waſſer vermiſcht iſt, aber doch keine ſchleimichten oder andere weinſteinartige Theile mehr enthält. Man nennt daher auch dieſen Eſſig **deſtillirten Eſſig**.

§. 395.

Alle Säfte, welche einer Weingährung fähig ſind, ſind auch einer Eſſiggährung unterworfen. Ja es giebt andere Stoffe, welche entweder gar wenig oder keinen Zuckerſtoff enthalten, und welche gleichwohl ohne vorhergegangene Weingährung in Eſſiggährung übergehen; dies erfolgt ſelbſt bey den weingeiſtigen Stoffen, wenn ſie gleich anfänglich einem ziemlich hohen Grade der Temperatur ausgeſetzet werden. Daraus folget alſo, daß es keinesweges nothwendig ſey, daß vor der Eſſiggährung eine Weingährung vorhergehe.

§. 396.

Der letzte Grad der Gährung aller organiſcher Körper, bey welcher die gänzliche Zerſtörung aller ihrer Theile ſtatt findet, heißt die faule Gährung oder Fäulniß, auch Verweſung. Die mehreſten ſaftigen ſchleimig-zuckerartigen Stoffe gehen in dieſe faule Gährung über, wenn ſie vorher eine Wein- oder Eſſiggährung erlitten haben; aber es iſt die vorhergegangene Wein- und Eſſiggährung keinesweges als nothwendige Bedingung der übrigen organiſchen Körper zur faulen Gährung zu ſetzen. Alle die Umſtände, unter welchen eine Wein- oder Eſſiggährung ſtatt findet, werden auch bey der faulen Gährung vorausgeſetzet, nemlich ein gewiſſer Grad von Wärme, freye Luft, und vorzüglich ein gewiſſer Grad der Feuchtigkeit. Von der wahren Fäulniß ſind aber ausgenommen, die fetten Oele, ätheriſchen Oele, natürliche Balſame, Harze, reines Fett und die reinen Pflanzenſäuren, der Zucker, Kampfer, Kohle und Alkohol. Jedoch gehen auch dieſe mit in eine Verweſung über, wenn ſie mit andern Beſtandtheilen, welche zur faulen Gährung leicht aufgeleget ſind, aufs innigſte verbunden werden.

§. 397.

Der Erfolg der neu entſtandenen Verbindung der Beſtandtheile bey der faulen Gährung iſt ſehr verſchieden von dem Erfolge der Wein- und Eſſiggährung. Bey der faulen Gährung geht aller Waſſerſtoff als Waſſerſtoffgas weg. Auch verbindet ſich der Sauerſtoff und Kohlenſtoff mit dem Wärmeſtoffe, und verfliegt als kohlengeſäuertes Gas. Zuletzt bleibt nach geendigter Fäulung nichts weiter zurück, als eine kleine Menge einer unſchmackhaften ſchwarzgrauen Erde, welche wenig Kohlenſtoff und Eiſen enthält. Es beſteht alſo die Fäulniß in einer gänzlichen Zerlegung der organiſchen Körper, wobey alle Beſtandtheile in luftförmigen Stoffen fortgehen, und blos ein wenig Erde zurückbleibt. Wenn diejenigen Stoffe, welche zur faulen Gährung aufgelegt ſind, Salpeterſtoff als Beſtandtheil enthalten, welches der Fall bey vielen Pflanzen und bey allen thieriſchen Theilen iſt, ſo wird dieſe Gährung dadurch ſehr befördert. Denn alsdenn verbindet ſich der Salpeterſtoff mit dem Waſſerſtoffe und erzeuget Ammoniak, wodurch ein ſtechender Geruch entſtehet. Ueberhaupt entſtehet der unangenehme Geruch bey der faulen Gährung aus einer Miſchung des geſchwefelten Waſſerſtoffgas, des gephosphorten Waſſerſtoffgas, des gekohlten Waſſerſtoffgas und des Ammoniakgas. Vorzüglich iſt der Geruch des Ammoniakgas bey einigen Subſtanzen auſſerordentlich groß; man bemerkt ihn durch das Stechen in der Naſe, wodurch Thränen erwecket werden.

§. 398.

Die Luft, in welcher faulende Körper ſich befinden, wird erſtickend, und daher zum Athemholen ſo wie zum Verbrennen ganz unbrauchbar. Eine gleiche Beſchaffenheit hat es mit der ſogenannten Sumpfluft, welche man durchs Umrühren des Schlammes

in einem ſtehenden Sumpfe erhält, und durch eine Art von fauler Gährung erzeuget wird.

§. 399.

Will man die faule Gährung unterdrücken, ſo müſſen alle die Bedingungen wegfallen, welche dieſe bewirken, und in der That wirken auch diejenigen Körper, welchen man eine fäulnißwidrige Kraft beylegt, auf keine andere Art, als daß ſie die zur Fäulung erforderlichen Bedingungen entfernen. Es iſt aus dem bisher geſagten leicht begreiflich, daß folgende Mittel der faulen Gährung widerſtehen: 1. wenn die Feuchtigkeit, welche die erſte Bedingung der faulen Gährung iſt, entfernet wird, dies geſchieht entweder durchs Austrocknen oder durchs Räuchern. 2. Der Froſt, wodurch die Feuchtigkeit in einen feſten Zuſtand übergehet, und mithin ſo gut anzuſehen iſt, als wenn ſie entfernet wäre. Jedoch kann der Froſt auch ein Mittel ſeyn, die faule Gährung noch mehr zu befördern, wenn nemlich nachher die einwirkende Wärme die Feuchtigkeit wieder herſtellet. 3. Wenn die freye Luft entfernet wird, wie z. B. wenn der zur Fäulung aufgelegte Körper mit Wachs, Oel, Weingeiſt u. d. g. übergoſſen wird. 4. Das Einſalzen, welches aber den Körper nur in ſo fern von der Fäulung abhält, in wie fern es die Feuchtigkeit an ſich ziehet, daher wird es in zu geringer Menge gebraucht eher ein Mittel zur faulen Gährung. 5. Das Säuren vorzüglich wegen Entziehung der Feuchtigkeit. 6. Bewegung der Theile.

Einige hieher gehörige Schriften:

1. Laur. Joh. Dan. Succow Entwurf einer phyſiſchen Scheidekunſt. Jena und Leipz. 1769. 8.

2. Joh. Gottl. Krügers Naturlehre. 4ter Theil, welcher die Chemie enthält. Halle 1774. 8.

3. Anfangsgründe der theoretiſchen und praktiſchen Chemie — von den Herren de Morveau, Maret und Dürande. Aus dem Franzöſ. von Chriſt. Ehrenfr. Weigel. Leipzig 1778 — 1780. 3 Bände.
4. von Fourcroy Handbuch der Naturgeſchichte und Chemie, mit Anmerk. von J. Chr. Wiegleb, aus dem Franzöſ. von Ph. Loos. Erfurt 1788 — 1791. Band I — IV.
5. Syſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie, von Friedr. Albrecht Carl Gren, Halle 1794 — 1795. 3 Theile. 8.
6. Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie, von Chriſt. Girtanner. Berlin 1795. 8.

Drittes Kapitel.

Von dem Wärmeſtoffe.

§. 400.

Wenn wir uns einem Feuer nähern, ſo empfinden wir etwas, welches, weil es nur durch das Gefühl verſinnlichet wird, keiner weitern Erklärung fähig iſt, und welches wir Wärme zu nennen gewohnt ſind. Je näher wir dem Feuer kommen, deſto mehr Empfindung haben wir, welche auch wohl bey einem erhöheten Grade von Wärme unangenehm und ſchmerzhaft wird; alsdenn nennen wir dieſe Wärme Hitze. Wir empfinden aber nicht allein bey dem Feuer Wärme und Hitze, ſondern ſelbſt da, wo man gar kein Feuer gewahr wird. Es iſt einem jeden bekannt, daß bey Löſchung des gemeinen Kalks Wärme und Hitze erzeuget werde. Es iſt ferner fühlbare Wärme bey der Gährung organiſcher Körper, bey gehämmerten Metal-

fallen, bey Reibungen der Körper an einander und bey unzähligen andern Fällen. Eine jede Wirkung erfordert aber eine wirkende Urſache, folglich erfordert auch die Wärme und Hitze, welche wir durch unſere Sinne genugſam empfinden, eine wirkende Urſache. Die Folge wird es erweiſen, daß eine materielle Urſache, ein eigenes materielles Princip da ſeyn müſſe, welches man **Wärmeſtoff, Wärmematerie, Hitzmaterie** (materia caloris) nennt.

§. 401.

Weil die Wärme und Hitze keinem andern Sinne als dem Gefühle bemerkbar, dieſes aber viel zu unvollkommen iſt, um die materielle Urſache, den Wärmeſtoff, dadurch näher kennen zu lernen, ſo haben wir kein anderes Mittel, die Natur und die Eigenſchaften deſſelben beſſer zu unterſuchen, als durch die Wirkungen, welche derſelbe an andern Stoffen äuſſert.

§. 402.

Wenn wir mit einem Körper, welcher einen geringern Grad von Wärme hat, in Berührung kommen, ſo erweckt dies in uns eine Empfindung, welche wir mit dem Namen **Kälte** (frigus) belegen. Kälte iſt demnach nichts weiter als negative Wärme oder Verminderung derſelben. Dieſe kalte Empfindung haben wir allemal, wenn wir einen Körper (wenn dieſer auch die Luft iſt), welcher einen geringern Grad von Wärme hat, berühren. Es iſt alſo ganz unzulänglich, zur Erklärung der Kälte eine **kaltmachende Materie**, wie man ſonſt wohl glaubte, anzunehmen. Es erkläret das Phänomen der Kälte hinlänglich, wenn man ſie als eine Verminderung der Wärme erkläret.

§. 403.

Bringt man irgend einen Körper in den Zuſtand, worin er uns bey Berührung die Empfindung der Wärme oder Hitze hervorbringt, ſo finden wir, daß er einen größern Raum, als vorher, einnehme, da er in dieſen Zuſtand noch nicht verſetzt war. Ja, dieſer vergrößerte Raum nimmt wieder ab, wenn der Grad der Wärme wieder geringer wird. Vermöge der Erfahrung ſind wir alſo berechtiget, dies Geſetz des Wärmeſtoffs als ganz allgemein anzunehmen, daß er einen jeden Körper in einem größern Raum ausdehne. So ſchwillt eine zugebundene Blaſe, in welcher wenig Luft befindlich iſt, über Kohlen gehalten, auf; Weingeiſt, Queckſilber ſteigt in gläſernen Röhren höher, wenn ſie erwärmet werden; metallene Kugeln oder cylindriſche Stäbe gehen nicht mehr durch einen Ring, durch welchen ſie vor der Erwärmung gingen u. ſ. w.

§. 404.

Die Erfahrung lehret, daß die verſchiedenen Körper bey einerley Wärmegrade einen beträchtlichen Unterſchied in der Größe ihrer Ausdehnung und in der Geſchwindigkeit, womit ſie ſich ausdehnen, beweiſen. Die flüſſigen Körper dehnen ſich weit ſchneller als die feſten aus; aber es ſteht doch weder die Größe der Ausdehnung noch die Geſchwindigkeit ſich auszudehnen mit der Dichtigkeit der Körper im Verhältniſſe.

Anmerk. Die Wärmematerie muß alle Körper vollkommen durchdringen, wie etwa das Auflöſungsmittel den aufzulöſenden Körper durchdringt. Denn ſollte die Wärmematerie nur in die Zwiſchenräume der Körper, wie man ſich gewöhnlich die Vorſtellung macht, eindringen, ſo würde die Materie ſelbſt kalt bleiben, und dem Gefühle widerſprechende Empfindungen geben; ja man würde alsdenn die völlige Freyheit haben,

ben, ſich Körper zu gedenken, durch deren Poren die Wärmematerie hindurchſtrömen, und die Materie ſelbſt gar nicht erwärmen würde. Alles dies fällt nach der erſten Vorſtellungsart völlig weg, welches auch vollkommen mit der Erfahrung übereinſtimmet. Daraus iſt es nun leicht begreiflich, daß nach der Verſchiedenheit der Cohäſionskräfte bey verſchiedenen Körpern die Größe der Ausdehnung und die Geſchwindigkeit auch verſchieden ſeyn müſſe.

§. 405.

Die Eigenſchaft des Wärmeſtoffs, alle Körper in einem größern Raum auszudehnen, iſt ein vorzügliches Mittel, die Zunahme und Abnahme der Quantität der freyen Wärmematerie vermittelſt der zunehmenden und abnehmenden Ausdehnung der Körper zu beſtimmen. Und eben ein ſolches Werkzeug, welches dazu dienet, die verſchiedenen Grade der Wärme unter einander zu vergleichen, und überhaupt kleine Abänderungen in Anſehung der Wärme bemerklich zu machen, heißt ein Thermometer, Thermoſcop, Wärmemeſſer (thermometrum, thermoſcopium).

§. 406.

Weil bey einerley Grad von Wärme die flüſſigen Körper weit ſchneller und bemerklicher ausgedehnet werden, als die feſten Körper, ſo wählt man auch bey den Thermometern lieber flüſſige Materien, um bey jedem veränderten Grade der Wärme leicht die vermehrte Ausdehnung wahrzunehmen. Gewöhnlich ſchließt man die flüſſigen Materien in enge gläſerne Röhren ein, welche ſich in eine kleine Kugel endigen. Wenn alsdenn der Grad der Wärme zunimmt, ſo wird auch die flüſſige Materie in der

Röhre ausgedehnet werden, und in ſelbiger in die Höhe ſteigen, aber wieder herabfallen, wenn die Wärme vermindert wird. Bringt man nun eine ſolche Röhre mit der Kugel an ein Bret, und bemerket an ſelbigem die verſchiedenen Grade der Wärme, bey den Stellen, wo die flüſſige Materie in der Röhre ſtehet, ſo hat man ein Thermometer.

§. 407.

Die gewöhnlichen flüſſigen Materien, welche man ſich bey Verfertigung der Thermometer bedienet, um bey der Zunahme der Wärme die Ausdehnung, und bey Abnahme derſelben die Zuſammenziehung ſogleich gewahr zu werden, ſind Luft, Weingeiſt und Queckſilber. Sie heißen daher auch **Luftthermometer, Weingeiſtthermometer** und **Queckſilberthermometer.** Die Erfahrung hat erwieſen, daß die Luftthermometer am empfindlichſten ſind; allein es hält immer ſchwer, verſchiedene ſolche Thermometer ſo übereinſtimmend zu machen, daß ſie alle bey verſchiedenen abwechſelnden Graden der Wärme alle dieſe Abwechſelungen auf eine übereinſtimmende Art anzeigen, weil die Luft nicht beſtändig einerley Elaſticität beſitzt. Aus dieſem Grunde wählt man lieber Queckſilberthermometer oder Weingeiſtthermometer, und zwar giebt man den erſtern um deswillen einen größern Vorzug, weil das Queckſilber manche Vorzüge vor dem Weingeiſte hat. Es iſt vermöge der Erfahrung gegen Wärme und Kälte weit empfindlicher als der Weingeiſt, und obgleich der Weingeiſt in ein größeres Volumen ſich ausdehnet, und eine gröſſere Kälte ausſtehen kann, ehe es gefrieret, als das Queckſilber, welches jedoch auch eine beträchtliche Kälte vertragen kann, ehe es in eine Eismaſſe verwandelt wird; ſo wird dieſes doch bey einer großen Hitze nicht ſo leicht zum Sieden gebracht, wie der

Wein-

Weingeiſt, welcher ſich nachher in Dampf auflöſet. Uebrigens zeigen auch die beſten Thermometer nicht die Grade der Wärme ſelbſt an, ſondern nur die Veränderungen derſelben, ob ſie nemlich gröſſer oder geringer geworden, als zu einer andern Zeit der Beobachtung, und hierbey lehret doch noch die Erfahrung, daß die Verhältniſſe der Ausdehnungen an den Körpern in den mehrſten Fällen nicht einerley mit den Verhältniſſen der Zunahme der Wärme ſind, wovon weiter oben mit mehreren gehandelt werden ſoll.

M. ſ. Bülfinger comm. de thermometris et eorum emendatione in comment. petrop. T. III. Hennert traité des thermometres, à la Haye 1758. 8. de Lüc Unterſuchungen über die Atmoſphäre und die zur Abmeſſung ihrer Veränderungen dienlichen Werkzeuge, a. d. Franzöſ. 8. Lutz Anweiſung, die Thermometer zu verfertigen. Nürnberg 1781. gr. 8.

§. 408.

Für den erſten Erfinder des Thermometers giebt man den Nordholländer von Alkmar Cornelium Drebbel an, welcher im 17ten Jahrhunderte lebte. Dies Thermometer iſt eigentlich ein Luftthermometer, und die Einrichtung deſſelben beſteht weſentlich im folgenden: eine gläſerne kleine Kugel abc (Fig. 63.), an welcher die enge Röhre bd ſich befindet, wird erwärmt, damit ein Theil der darin enthaltenen Luft heraustrete; darauf ſteckt man das offene Ende der Röhre in ein Gefäß, welches mit einer Flüſſigkeit iſt angefüllet worden. Sobald nun die in der Kugel befindliche Luft etwas erkaltet, ſo ſteiget die flüſſige Materie in die Röhre etwa bis e. Bey wärmerer Luft wird alsdenn die flüſſige Materie in der Röhre fallen, bey vermehrter Kälte aber ſteigen. Damit nun die flüſſige Materie bey ſtarker Kälte nicht leicht gefrie-

gefriere, wählte man dazu gemeines Scheidewaſſer mit Waſſer vermiſcht, und löſete darin Meſſing auf, damit man wegen der daher entſtandenen grünen Farbe deſto beſſer wahrnehmen könne, wie hoch die Flüſſigkeit in der Röhre ſtehe. Daß aber dieſe erſte Erfindung noch ſehr unvollkommen iſt, iſt leicht zu begreiſen: denn der Druck der äuſſern Luft auf die Oberfläche der im Gefäße befindlichen flüſſigen Materie kann bey einerley Wärme bald ſtärker bald ſchwächer ſeyn, und daher wird ſelbige bey einerley Wärme bald höher bald niedriger in der Röhre ſtehen. Ein ähnliches Thermometer erfand der italiäniſche Arzt **Sanktorius**; nur war die Röhre unten bey d etwas gekrümmt und ſtatt des Gefäßes eine kleine gläſerne Kugel angeſchmolzen, in welcher die flüſſige Materie ohngefähr zur Hälfte ſich befand. M. ſ. **Leupold** theatrum aeroſtat. **Wolfs** nützliche Verſuche, Theil II. §. 56.

§. 409.

In der Mitte des 17ten Jahrhunderts verfertigten die Mitglieder der Akademie zu Florenz Thermometer, welche ſchon mehr Vollkommenheit als die Drebbelſchen hatten. Man füllte die gläſerne Röhre cb (Fig. 64.), welche ſich unten in eine kleine Kugel endiget, mit gefärbtem Weingeiſt ohngefähr bis zum vierten Theile der Röhre an. Hierauf erwärmte man die kleine Kugel im heißen Waſſer ſo lange, bis der Weingeiſt in der Röhre ganz in die Höhe ſtieg, und ſigillirte ſodann das Ende hermetiſch. Nun bemerkte man die Stelle, wo es zu einer temperirten Jahreszeit ſtehen blieb, ohne der Sonne ausgeſetzt zu ſeyn, mit °, und theilte über und unter dieſer Stelle willkührliche Theile ab, wovon jene die Grade der Wärme, und dieſe die Grade der Kälte genennet wurden. Ob nun gleich ein ſolches florentini-

tiniſches Thermometer die Veränderungen der verſchiedenen Grade der Wärme richtig anzeigte, ſo bemerkte man doch gar bald, daß bey mehreren dergleichen Thermometern der Weingeiſt bey einerley Wärme nicht einerley Grade zeigte. M. ſ. Wolfs nützl. Verſuche, a. a. Orte §. 67. Tentamina academ. del Cimento, edit. Muſchenbroegkii P. I. p. 2. ſqq.

§. 410.

Fahrenheit war der erſte, welcher die Thermometer dadurch zu einem Grade der Vollkommenheit brachte, daß er zwey feſte Punkte beſtimmte, deren Abſtand er alsdenn unter dem Namen der Thermometergrade in gleiche Theile eintheilte. Dadurch erhielt er den Vortheil, daß alle ſeine Thermometer bey einerley Wärme auch einerley Grade zeigten. Anfänglich wählte er zur Füllung der Thermometerröhre Weingeiſt, auf Halley's Anrathen aber vertauſchte er dieſen mit dem Queckſilber. Die ganze weſentliche Einrichtung dieſes Thermometers iſt folgende: Eine gläſerne Röhre, welche ſich unten in eine gläſerne Kugel endiget, iſt oben verſchloſſen und luftleer, der übrige Theil der Röhre aber ſammt der Kugel iſt mit Queckſilber angefüllt. Dieſes brachte Fahrenheit in ſiedendes Waſſer und bemerkte die Stelle des Queckſilbers in der Röhre als den Siedpunkt mit der Zahl 212; darauf nahm er Schnee und Salmiak zu gleichen Theilen, ſetzte das Thermometer in dieſes Gemiſchte, und bezeichnete die Stelle des Queckſilbers mit 0, indem er dieſen Punkt für die Gränze der größten Kälte annahm. Der Grund der Eintheilung der 212 Thermometergrade rührt daher, weil er durch die Erfahrung wahrgenommen hatte, daß, wenn man ſich das Queckſilber bey dem künſtlichen Gefrierpunkte in 11124 gleiche

gleiche Theile getheilet vorſtellet, es ſich bis zum Siedpunkte um 212 ſolcher Theile ausdehne, und daher zuſammen 11336 ausmache. Der 32 Grad bey dieſem Thermometer iſt der Gefrierpunkt des Waſſers, weil es in freyer Luft dieſen Grad zeiget, wenn es entweder ſo kalt wird, daß das Waſſer zu frieren anfängt, oder wenn es nach dem Froſtwetter aufthauen will. M. ſ. Wolfs nützl. Verſuche a. a. Orte §. 71. *Boerhave* elementa chemiae Vol. I. exp. 8. de igne. Lugd. Batav. 1732. 4.

§. 411.

Faſt zu eben der Zeit, da die Fahrenheitiſchen Thermometer allgemein bekannt wurden, ſuchte der Herr von Reaumür in Frankreich ebenfalls die Thermometer zu einer größern Vollkommenheit zu bringen. Er gebrauchte hierzu den Weingeiſt, welchen er mit gemeinem Waſſer ſchwächte. Hierauf beſtimmte er den Punkt, wo das Flüſſige in der Röhre ſtehen blieb, wenn er die Kugel im ballenden Schnee oder thauenden Eiſe ſetzte, und fand, daß dieſer Grad der Kälte immer einerley war. Dieſen Punkt bezeichnete Reaumür mit 0 unter dem Namen des Gefrier- oder Aufthauungspunktes (punctum congelationis ſ. regelationis). Den Raum, welchen die Flüſſigkeit im ſchmelzenden Eiſe einnahm, theilte er in 1000 Theile, und richtete ſeine Skale ſo ein, daß jeder Grad den tauſendſten Theil dieſes Raumes ſowohl unterhalb als oberhalb des Gefrierpunktes anzeigte. Durch öftere angeſtellte Verſuche fand er, daß ſich der Weingeiſt von dem Gefrierpunkte bis zur Höhe des kochenden Waſſers um $\frac{80}{1000}$ Theile dieſes Raumes ausdehne. Aus dieſem Grunde theilte er die Höhe vom Gefrierpunkte bis zur Höhe des kochenden Waſſers oder bis zum Siedpunkte in

80 gleiche Theile ein. Die in Deutſchland unter dem Namen der Reaumüriſchen genugſam bekannten Thermometer ſind eigentlich keine wahren Reaumüriſchen, weil gewöhnlich ſelbige mit Queckſilber angefüllet worden, ob ſie gleich zwiſchen dem Gefrier- und dem Siedpunkte 80 Grade beſitzen. Denn es dehnt ſich das Queckſilber von der Kälte des thauenden Eiſes bis zur Hitze des ſiedenden Waſſers nicht um $\frac{80}{1000}$ Theile ſeines Umfanges aus. M. ſ. regles pour conſtruire des thermometres, dont les degrès ſoient comparables in Memoi. de l'Academ. de Paris 1730. p. 452. 1731. p. 250. de Lüc a. a. Ort hat zwiſchen dem Queckſilber- und Weingeiſtthermometer durch mühſame Unterſuchungen eine genaue Vergleichung angegeben, wovon ich einiges hieher ſetze.

	Queckſilbertherm.		Weingeiſttherm.	
Siedpunkt des Waſſers	80	Grad	100,4	Grad
	70	— —	85,2	— —
Siedpunkt des Weingeiſttherm.	66, 6	— —	80	— —
	60	— —	70,8	— —
	50	— —	56,8	— —
	40	— —	44,2	— —
	30	— —	32,6	— —
Wärme des menſchl. Körpers	29, 9	— —	32,5	— —
	20	— —	21,1	— —
	10	— —	10,6	— —
Zergehendes Eis	0	— —	0,8	— —
Null des Weingeiſttherm.	— 0, 8	— —	0	— —
	— 10	— —	— 8,5	— —
	u. ſ.			

§. 412.

De l'Isle gebrauchte bey Verfertigung ſeines Thermometers das Queckſilber. Er ſuchte den ſiedenden Punkt des Waſſers durch Verſuche, und bezeichnete denſelben mit °; dieſen ganzen Raum des Queck-

ſilbers theilte er in 100000 Theile ein, und fand, daß das Queckſilber um $\frac{150}{100000}$ ſolcher Theile ſich verdichte, wenn er die Kugel ins thauende Eis brachte. Daher theilte er die Höhe vom Siedpunkte bis zum Froſtpunkte in 150 Theile ein. Celſius nahm auf die beyden Punkte, dem Froſtpunkte und dem Siedpunkte wie Reaumür Rückſicht, und theilte die Entfernung derſelben in 100 gleiche Theile ein, indem er nemlich an dem Froſtpunkte ° und an dem Siedpunkte 100 ſetzte. Dieſe Scale heißt die ſchwediſche. Auſſer dieſen Eintheilungen ſind von verſchiedenen Naturforſchern noch andere Eintheilungen gemacht worden, welche aber wenig oder gar nicht in Gebrauch gekommen ſind. Herr de Lüc theilet den Abſtand des Froſtpunktes bis zum Siedpunkte in 96 gleiche Theile ab, und ſetzt an die Stelle, wo nach dem reaumüriſchen Thermometer ° ſtehet, die Zahl 12, und behält alſo bis zum Siedpunkte 84 Grade oder 70 reaumüriſche. Von dem Luftthermometer des Bernoulli und Amontons ſoll bey der Lehre von der Luft gehandelt werden.

§. 413.

Die Anzahl der Thermometergrade mag ſo groß und ſo willkührlich ſeyn, als man will, ſo kommt es bey der Verfertigung der Thermometer doch vorzüglich darauf an, daß man zwey verſchiedene unveränderliche Punkte feſtſetze, welche bey allen Umſtänden ſehr leicht wieder gefunden werden können, und deren Entfernung von einander in gleiche Theile getheilet werden, um auf dieſe Weiſe völlig übereinſtimmige Thermometer zu erhalten. Dieſe beyden feſten Punkte ſind nun ein für allemal allgemein ſo angenommen, daß der eine der Froſtpunkt und der andere der Siedpunkt des Waſſers iſt. Die Entfernung dieſer beyden Punkte

von einander nennt man auch den Fundamentalab-ſtand (diſtantia fundamentalis). Bey dem Fahrenheitſchen Thermometer iſt alſo dieſer Fundamentalabſtand in 180, bey dem Reaumüriſchen in 80, bey dem de l'Jlſchen in 150, bey dem ſchwediſchen in 100 und bey dem de Lücſchen in 96 gleiche Theile als Thermometergrade eingetheilet; jedoch gilt dies nur von Queckſilberthermometern (§. 411.).

§. 414.

Wenn die fahrenheitſchen, reaumüriſchen, de l'ilſchen und ſchwediſchen Thermometer mit einerley flüſſigen Materie angefüllet ſind, ſo iſt es leicht, die Grade des einen auf die Grade des andern nach der Regel Detri zu reduciren. Bey dem Gefrierpunkte des fahrenheitſchen ſteht die Zahl 32, und bey dem Siedpunkte die Zahl 212, mithin ſind zwiſchen beyden Punkten 212 — 32 = 180 Grade, welche = 80 Reaumür. = 150 de l'Jlſche = 100 ſchwediſche, oder 90 fahrenh. = 40 reaum. = 75 de l'Jl. = 50 ſchwed. oder 18 fahrenh. = 8 reaum. = 15 de l'Jlſ. = 10 ſchwed. Stände nun das reaumüriſche Thermometer 18 Grade über dem Gefrierpunkte, und man wollte wiſſen, wieviel dieſe nach fahrenheitiſchen oder de l'Jlſchen oder ſchwediſchen Graden betragen? ſo ſetzet man

8 : 18 = 18 : $40\frac{1}{2}$ fahrenheitſche
8 : 18 = 15 : $33\frac{3}{4}$ de l'Jlſche
8 : 18 = 10 : $22\frac{1}{2}$ ſchwediſche

Weil aber die 18 reaumüriſche Grade von da an gerechnet werden, wo ſchon 32 fahrenheitiſche zu zählen ſind, ſo muß man zu

$40\frac{1}{2}$
32 addiren, und man findet
$72\frac{1}{2}$ fahrenh. Grade.

Weil ferner de l'Jsle von oben herunter zählet, ſo müſſen von

150
$33\frac{1}{4}$ abgezogen werden, und man erhält

$116\frac{1}{3}$ Delislſche Grade.

Zur Vergleichung verſchiedener Thermometerſkalen findet man allgemeine Formeln in *Car. Frid. Hindenburg* prog. formulae comparandis gradibus thermometris idoneae. Lipſ. 1791. 4. und Gehlers phyſikal. Wörterbuch Theil IV. S. 342.

§. 415.

Die Erfahrung lehret, daß bey einem ſtärkern Drucke der Atmoſphäre das Waſſer zum Sieden mehr Hitze erfordere als bey einem ſchwächern Drucke. Hieraus iſt es alſo begreiflich, daß der Siedpunkt bey dem Thermometer nicht zu jederzeit gleich hoch gefunden werde. Fahrenheit bemerkte ſchon im Jahre 1724, daß der Siedpunkt nicht ganz feſt war, ſondern von der Größe des Drucks der Atmoſphäre abhing. Um alſo den Fundamentalabſtand genau zu erhalten, muß entweder an einem jeden Thermometer der Siedpunkt bey einerley Höhe des Barometers beſtimmt, oder derjenige, welcher nach einem andern Barometerſtande iſt beobachtet worden, nach dem Barometerſtande verbeſſert werden. Wenn man mit dem Herrn de Lüc annimmt, daß der Siedpunkt für alle Thermometer bey einer Barometerhöhe von 27 Pariſer Zoll beſtimmt werden ſolle, ſo muß alsdenn nach ſeinen Beobachtungen der bey einem höhern Barometerſtande beobachtete Siedpunkt um $\frac{a}{1134 + a}$ erniedriget; bey einem niedern Barometerſtande hingegen um $\frac{a}{1134 - a}$ erhöhet werden, wo a die Anzahl der Linien bedeutet, welche das Barometer über oder unter 27 Pariſer Zolle ſteht. In England hat man zwey Methoden, den Siedpunkt zu beſtimmen. Man beobachtet dieſen nemlich entweder

der ſo, daß man das Thermometer in einem verſchloſſenen Gefäße dem Dampfe des ſiedenden Waſſers ausſetzet, oder ſo, daß man die kleine Kugel 2 bis 3 Zoll tief in ſiedendes Waſſer ſenkt. Bey der erſtern Methode wird die Barometerhöhe auf 29,8 engl. Zoll angenommen, und hierbey giebt die Hitze der Dämpfe den Siedpunkt $\frac{3}{4}$ Grad nach Reaumür höher, als den Delúcſchen für 27 Zoll Pariſ. M. Barometerhöhe. Bey der andern Methode wird die Barometerhöhe auf $29\frac{1}{2}$ engl. Zoll angenommen, wobey man den nemlichen Siedpunkt findet. Es ſtehet alſo der wahre engliſche Siedpunkt um $\frac{3}{4}$ pariſer Grade höher, als der wahre franzöſiſche d. h. es ſind 212 fahrenheitſche Grade = $80\frac{3}{4}$ reaumüriſche. M. ſ. Gehlers phyſikal. Wörterbuch, Th. IV. S. 336 u. f. und S. 50 u. f. de Lüc angeführte Schrift.

§. 416.

Was den Froſtpunkt am Thermometer anbetrift, ſo findet man ihn leicht, wenn man ein Gefäß mit zerſchlagenem Eiſe oder Schnee anfüllet, und hierin das Thermometer ſo weit bringt, daß es ohngefähr ſo tief mit Schnee oder Eis allenthalben umgeben iſt, wohin der Eispunkt kommt. Wenn alsdenn darüber etwas Waſſer gegoſſen wird, damit das Eis oder der Schnee ſchmelzt, ſo ſetzt ſich das Queckſilber auf eine gewiſſe Höhe, welche es während des Schmelzens beſtändig behält, und eben dieſe Höhe beſtimmt den Froſtpunkt.

§. 417.

Bey aller dieſer Vorſicht, welche bey Verfertigung der Thermometer angewendet wird, um völlig übereinſtimmige Thermometer zu erhalten, wenn ſie mit einerley flüſſigen Materie angefüllet werden, bleiben doch die Thermometer nicht zu überwindenden

kleinen Fehlern ausgeſetzet, indem bey der Hitze und Kälte nicht allein die flüſſige Materie, ſondern auch das Glas, woraus ſie verfertiget ſind, ſo wie die Skale ausgedehnet und zuſammengezogen wird. Bey der Bezeichnung der Thermometergrade druckt man diejenigen, welche über o durch + und welche unter o ſind durch — aus.

§. 418.

Weil das Queckſilber bey einem gewiſſen Grade von Hitze kocht, und ſich in Dämpfe auflöſet, ſo können bey einem Queckſilberthermometer auch nur diejenigen Wärmegrade gemeſſen werden, welche niedriger ſind als der, bey welchem das Queckſilber kocht. Will man alſo höhere Grade der Wärme haben, als der iſt, wo das Queckſilber kocht, ſo muß man ſeine Zuflucht zu andern Materien nehmen, welche den Aggregatzuſtand nicht ſo leicht verändern. Daraus ſind die Pyrometer entſtanden, welche aber noch ſehr unvollkommene Werkzeuge ſind, um die gleichförmige Zunahme und Abnahme zu meſſen. Es gehöret hieher 1. Mortimers Metallthermometer, 2. des Grafen von Löſers Metallthermometer, 3. Felters Metallthermometer, 4. Wedgwood Pyrometer. Dies iſt vorzüglich bequem, große Grade der Hitze zu beſtimmen. Es beziehet ſich auf die Eigenſchaften des Thones, welcher ſich in der Hitze zuſammenziehet, und durch plötzliche Erkältung nicht wieder ausdehnet. M. ſ. Gehlers phyſikal. Wörterb. S. 358 u. f. Achards Vorleſ. der Experimentalnaturlehre. Th. II. §. 631.

§. 419.

Es giebt verſchiedene Körper, welche von gewiſſen beſtimmten Graden der Hitze merkwürdige Veränderungen leiden, wovon einige Reſultate hier folgen

Queck-

	Fahrenh.	Reaum.	Del.	Celſ.
Queckſilber ſiedet	+ 600	+ $254\frac{4}{9}$	——	+ $315\frac{5}{9}$
Bley ſchmelzt	+ 540	+ $225\frac{7}{9}$	——	+ $282\frac{2}{9}$
Wismuth ſchmelzt	+ 460	+ $190\frac{2}{9}$	——	+ $237\frac{7}{9}$
Reines Zinn ſchmelzt	+ 400	+ $163\frac{5}{9}$	——	+ $204\frac{4}{9}$
Schwefel fängt zu ſchmelzen an	+ 234	+ $89\frac{7}{9}$	——	+ $112\frac{2}{9}$
Siedpunkt des Waſſers	+ 212	+ 80	0	+ 100
Siedender Alcohol	+ 174	+ $63\frac{1}{9}$	$31\frac{2}{3}$	+ $78\frac{5}{9}$
Schmelzendes Wachs	+ 140	+ 48	60	+ 60
Menſchliche Blutwärme	+ $99\frac{1}{4}$	+ $29\frac{9}{10}$	$93\frac{9}{10}$	+ $37\frac{3}{8}$
Froſtpunkt	+ 32	— 0	150	— 0
Weineſſig gefriert	+ 28	— $1\frac{7}{9}$	$153\frac{1}{3}$	— $2\frac{2}{9}$
Schnee mit Salmiak	— 0	— $14\frac{2}{9}$	$176\frac{2}{3}$	— $17\frac{7}{9}$
Eis mit rauchendem Salpetergeiſt	— $24\frac{1}{4}$	— 25	$196\frac{7}{8}$	— $31\frac{1}{4}$
Queckſilber gefrieret	— 40	— 32	210	— 40

§. 420.

Die Wirkung des Wärmeſtoffs, alle Körper in ein größeres Volumen auszudehnen, worauf auch der Grund der bisher beſchriebenen Thermometer beruhet, kann ſo groß ſeyn, daß ſelbſt dadurch die Theile der feſten Körper in eine flüſſige Geſtalt übergehen oder ſchmelzen. Unmöglich kann der Grund von dieſer Wirkung darin geſucht werden, daß der Wärmeſtoff in die Zwiſchenräume der Körper eindränge, und den Zuſammenhang der Grundkörperchen unter einander

ander trennte, wodurch ſie flüſſig würden. Denn auf dieſe Weiſe kann gar keine Schmelzung entſtehen, ſondern blos eine Anhäuffung der Grundkörperchen, indem ſie durch den Wärmeſtoff von einander getrennt ſind. Offenbar muß der Wärmeſtoff wie bey der Auflöſung alle Punkte des Körpers durchdringen, und dadurch eine Verſchiebbarkeit der Theile in einem hohen Grade, folglich auch hier eine Theilbarkeit ins Unendliche bewirken.

§. 421.

Wenn der angehäufte Wärmeſtoff in einem feſten Körper noch nicht ſo groß iſt, daß er ſelbigen flüſſig macht, ſo muß doch die dadurch bewirkte Ausdehnung in dem Körper eine gewiſſe Veränderung in Anſehung der Zähigkeit, Sprödigkeit, Elaſticität hervorbringen. So wird z. B. bis zur Gluth erhitztes Meſſing ſo ſpröde, daß es durch einen geringen Schlag in Stücken zerbricht, da es erkaltet doch ſehr zähe und dehnbar iſt; eben ſo wird glühendes Glas ſo weich, daß es ſich in Fäden ziehen läßt, und verliert dabey alle Elaſticität, da es doch ſonſt erkaltet, ſehr ſpröde und elaſtiſch iſt.

§. 422.

Weil die Größe und Geſchwindigkeit der Ausdehnung der Körper durch den Wärmeſtoff mit der Dichtigkeit in keinem Verhältniſſe ſteht, ſo hat man vorzüglich bey feſten Körpern Werkzeuge angegeben, um die Größe der durch die Hitze bewirkten Ausdehnung zu meſſen, welche auch Pyrometer genennet werden. Muſchenbroek, Bouguer, Smeaton und Nollet haben dergleichen Pyrometer beſchrieben. Die verſchiedenen Verſuche, welche mit dieſen Inſtrumenten ſind angeſtellet worden, geben folgende Reſultate, wenn nemlich die Ausdehnung

der

der Körper bey dem Froſtpunkte = 1 geſetzet, und ſelbige bis zum Siedpunkte erhitzt werden:

Gold dehnte ſich auf	1,00094	Bouguer.
Silber — — —	1,00189	Herbert.
Meſſing — — —	1,00193	Smeaton.
Kupfer — — —	1,00170	— —
Bley — — —	1,00286	— —
Zinn — — —	1,00248	— —
Stahl — — —	1,00122	— —
Eiſen — — —	1,00125	— —
Glas — — —	1,00083	— —

M. ſ. *Muſchenbroek* introduct. ad philoſ. nat. T. II. §. 1527. Experiences faites à Quito etc. ſur la dilatation et la contraction, que ſouffrent le metaux par le chaud et le froid par Mr. *Bouguer* in den Memoir. de l'Academ. de Paris 1745. p. 230. *Smeaton* deſcription of a new Pyrometer with a table of experiments made therewith in den Philoſ. tranſact. Vol. XLVIII. P. 2. 1754. n. 79. *Nollet* leçons de phyſique experim. T. IV. p. 353. Lamberts Pyrometrie. Berlin 1779. 4. S. 119. f. Von der Ausdehnung der Luft und Luftarten bey einerley Wärme hat Hr. von Morveau verſchiedene Reſultate angegeben. M. ſ. Grens Journal der Phyſik. B. I. S. 293.

§. 423.

Soll ein feſter Körper vermittelſt des Wärmeſtoffes in eine flüſſige Geſtalt verwandelt werden, ſo muß der Wärmeſtoff denſelben ſo durchdringen, daß die Theile von einander getrennt, und dadurch eine Verſchiebbarkeit derſelben in einem hohen Grade bewirket werden. Der Wärmeſtoff wirkt alſo hier als ein wahres Auflöſungsmittel, und muß daher ſelbſt flüſſig ſeyn. Es folgt hieraus, wie bey der Auflöſung bewieſen iſt, daß bey einer vollkommnen Schmelzung,

zung, welche eben ſowohl wie eine vollkommene Auflöſung ſtatt finden muß, kein Theil vorhanden iſt, welcher nicht aus Wärmeſtoff und der geſchmolzenen Materie in eben dem Verhältniſſe, worin beyde zu einander im Ganzen ſtehen, zuſammengeſetzet wäre. Es muß alſo der Wärmeſtoff nicht nur eine flüſſige Materie, ſondern auch ſelbſt eine zuſammenhängende flüſſige Materie ſeyn, welche den Raum, worin ſie ſich befindet, vollkommen ausfüllet, obgleich von den mehrſten Naturforſchern das Gegentheil hiervon behauptet wird. Diejenigen Körper alſo, welche mit dem Wärmeſtoffe eine größere Verwandſchaft haben, als der ſcheinbare Zuſammenhang der Theile unter ſich iſt, ſind einer Schmelzung unterworfen. Aus den verſchiedenen Graden der Verwandſchaft des Wärmeſtoffs mit den verſchiedenen Körpern kömmt es, daß einige Körper leicht, andere ſchwerer ſchmelzen. Ja, es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß diejenigen Materien, welche bey dem gewöhnlichen Grade der Wärme unſerer Atmoſphäre uns flüſſig erſcheinen, wie Queckſilber, Waſſer und andern Flüſſigkeiten, urſprünglich feſt, und nur von der einwirkenden Wärme in den Zuſtand der Flüſſigkeit übergegangen ſind.

§. 424.

Hieraus iſt es gar wohl begreiflich, daß es eben nicht nothwendig ſey, daß ſich die Schmelzbarkeit der feſten Körper nach den ſpecifiſchen Gewichten derſelben richte, indem es ganz allein auf die Verwandſchaft des Wärmeſtoffs mit dem Körper ankommt. Je ſtärker nemlich die Verwandſchaft des Wärmeſtoffs mit einem Körper iſt, deſto leichter muß er ſchmelzen; je geringer hingegen die Verwandſchaft des Wärmeſtoffs mit einem Körper iſt, deſto ſchwerflüſſiger iſt der Körper. Es müſſen ſich alſo die Grade der Wärme oder der Hitze, welche zum Schmelzen der

Kör-

Körper nöthig ſind, ganz wie die Grade der Verwandſchaft dieſer Körper zum Wärmeſtoffe verhalten.

§. 425.

Vielleicht ſind alle Körper ſchmelzbar, obgleich die Erfahrung lehret, daß verſchiedene Körper auch durch die größte Hitze nicht zum Schmelzen gebracht werden können, und daher auch unſchmelzbare Körper genennet werden. Jene Vermuthung wird dadurch noch mehr beſtärket, da es bereits ſchon die Chymie in ihrer Gewalt hat, ſolche unſchmelzbare Körper in ihrer Verbindung im Fluß zu bringen. Warum ſollten ſie alſo einzeln nicht eben ſo gut zum Schmelzen gebracht werden können? — Vielleicht iſt auch unſere ſtärkſte Hitze doch noch nicht ſtark genug, das Schmelzen zu bewirken. Ja, es ſind wirklich ſchon einige Körper, welche man ſonſt für unſchmelzbar hielt, vermittelſt einer durch die dephlogiſtiſirte Luft verſtärkten Gluth zum Schmelzen gebracht worden. Z. B. Thonerde und Kalkerde ſind für ſich unſchmelzbar, mit einander vermengt aber ſchmelzen ſie in einer Glühehitze. Wenn drey Theile gereinigter trockener Salpeter mit zwey Theilen Schwefelblumen und zwey Theilen klaren Feilſpänen vermengt werden, ſo kann man damit ein wenig Kupfer in einer Nußſchaale ſchmelzen.

§. 426.

So wie durch die verſtärkte Kraft des angehäuften Wärmeſtoffs feſte Körper in flüſſige verwandelt werden, ſo werden aus eben den Gründen die flüſſigen Körper durch Verminderung des Wärmeſtoffs in feſte Körper verwandelt. Selbſt diejenigen flüſſigen Körper, welche bey den gewöhnlichen Graden der Wärme unſerer Atmoſphäre beſtändig flüſſig ſind, wie Queckſilber und Waſſer, geſtehen

oder

oder gefrieren, wenn der Wärmegrad niedriger als der der Atmoſphäre wird. Der Grund dieſes Geſtehens kann kein anderer ſeyn, als daß den flüſſigen Materien die ihnen adhärirende Wärmematerie entzogen wird. Es iſt freylich auch hier das Geſtehen bey verſchiedenen Körpern vorzüglich deswegen verſchieden, weil die Verwandſchaft des Wärmeſtoffs mit demſelben verſchieden iſt. So verwandelt ſich das Waſſer in Eis, und bildet Kryſtallen, und das Queckſilber in einen feſten Körper, welcher ſogar ſtreckbar iſt.

§. 427.

Eine andere Wirkung des Wärmeſtoffs iſt dieſe, daß er ſowohl flüſſige Materien als auch verſchiedene feſte Körper in ſichtbare elaſtiſche Flüſſigkeiten verwandelt, welche man überhaupt Dämpfe (vapores) nennt. Sind dieſe von wäſſerichter Natur, ſo heißen ſie auch Dünſte, ſind ſie aber trocken, ſo heißen ſie Rauch. Wird in einem gläſernen Gefäße Waſſer der Wärme ausgeſetzet, ſo wird man bey einem gewiſſen Grade derſelben allenthalben an den innern Wänden des Gefäßes kleine Bläschen wahrnehmen, welche nach und nach davon abgehen, in die Höhe ſteigen, und auf der Oberfläche des Waſſers zerplatzen. Bey zunehmender Wärme werden ſich immer mehrere und größere bilden, ſchneller in die Höhe ſteigen und dadurch ſelbſt der Durchſichtigkeit des Waſſers hinderlich ſeyn. Bey noch mehr vermehrter Wärme wird endlich das Entwickeln der Blaſen und ſchnelle Emporſteigen verurſachen, daß das Waſſer in einer völligen wallenden Bewegung iſt, welche Erſcheinung man das Kochen oder Sieden (ebullitio) nennt. Hätte man gleich anfänglich, da das Waſſer der Wärme ausgeſetzt wurde, in ſelbiges ein Thermometer gebracht, ſo würde auch bey nach und nach vermehrter

Hitze

Hitze das Queckſilber immer höher geſtiegen, und zuletzt beym Sieden des Waſſers zu einem Punkte gekommen ſeyn, bey welchem es unverändert ſtehen bleibt, ſo lange das Sieden dauert, wenn nur das Thermometer die Wände des gläſernen Gefäßes nicht berühret. Dieſe Blaſen, welche man ſonſt fälſchlich für Luft anſah, ſind nichts weiter als die Waſſerdämpfe, welche eben ſo durchſichtig wie die Luft ſind, und ſo lange in einer luftförmigen Geſtalt bleiben, ſo lange der dazu nöthige Wärmeſtoff vorhanden iſt. Bey einwirkender fortdaurender Wärme wird auf dieſe Weiſe alles im Gefäße befindliche Waſſer in Dampfgeſtalt verwandelt. Wenn nun dieſe Dämpfe an kältere Körper ſtoßen, oder in der Atmoſphäre in kältern Gegenden ſich erheben, ſo wird ſelbigen die Wärme entzogen, und das Waſſer, welches vorher mit dem Wärmeſtoffe innigſt verbunden war, ſondert ſich in Tropfen wieder davon ab.

§. 428.

Auf eben dieſe Art, wie das Waſſer in Verbindung mit dem Wärmeſtoffe in Dampfgeſtalt übergehet, verwandeln ſich die übrigen flüſſigen und auch die feſten Körper durch die Einwirkung der Wärme in Dampf; durchs Abkühlen aber, oder auch durch den Druck werden dieſe Dämpfe wieder in flüſſiger oder feſter Geſtalt niedergeſchlagen. So verdampft z. B. der Schwefel bey einem mäßigen Grade der Hitze, und wird in feſter Geſtalt in Schwefelkryſtallen wieder gewonnen; auf eben dieſe Weiſe löſet ſich das Zink, das Wismuth, das Arſenik, ſelbſt das Gold und Silber in Dämpfe auf.

§. 429.

Weil der Wärmeſtoff in einem ſehr hohen Grade elaſtiſch iſt, und ſich daher nach allen Seiten hin aus-

ausbreitet, ſo müſſen dadurch die Dämpfe ebenfalls einen ſehr hohen Grad von Elaſticität beſitzen, und dieſerhalb einen weit größern Raum ausfüllen, als die tropfbaren Flüſſigkeiten und die feſten Körper. Daher kommt es, daß die elaſtiſchen Dämpfe in verſchloſſenen Gefäßen einen ſo großen Widerſtand zu überwinden fähig ſind, daß ſie oftmals die Gefäße mit vieler Gefahr zerſprengen, wenn nicht genugſame Vorſicht dabey angewendet wird.

§. 430.

Flüſſige Materien von verſchiedener Art erfordern zum Sieden auch verſchiedene Grade von Wärme, und es ſind dieſe keinesweges im Verhältniſſe der Dichtigkeiten. Alle flüſſige Materien aber, ſobald ſie in den Zuſtand des Siedens gekommen ſind, haben nicht allein den höchſten Grad der Hitze, welchen ſie einnehmen können, erreicht, ſondern dieſer Grad iſt auch bey ein und der nemlichen flüſſigen Materie beſtändig. Soll aber dieſer unveränderliche Grad der Hitze bey einerley Materie zu jeder Zeit gleich ſeyn, ſo wird auch vorausgeſetzet, daß der Druck der Luft auf die Oberfläche gleich bleibt. Allein die Erfahrung lehret, daß dieſer zu verſchiedenen Zeiten gar ſehr verſchieden iſt; daher wird auch ein deſto höherer Grad der Hitze zum Sieden erfordert, je größer der Druck der Luft iſt, und einerley flüſſige Materie ſiedet bey einem geringern Drucke der Luft eher, als bey einem ſtärkern. Der Grund davon liegt blos in dem größern und geringern Widerſtande des Drucks, welcher ſich der Entwickelung der elaſtiſchen Dämpfe entgegenſetzet. Hierauf gründet ſich auch die im §. 415. angeführte Berichtigung des Siedpunktes am Thermometer. Daraus iſt nun leicht zu begreifen, wie auch die Erfahrung lehret, daß in hohen Gegenden des Dunſtkreiſes das Waſſer weit eher als in den niedrigen Gegenden kocht;

und

und bey einem luftleeren Raume ſiedet das Waſſer bey einer ſehr geringen Hitze.

§. 431.

Werden flüſſige Materien in ſolchen Gefäßen zum Kochen gebracht, aus welchen die dadurch erzeugenden Dämpfe entweder gar nicht ausweichen können, oder doch wenigſtens nicht ſo ſchnell, als ſie entſtehen, ſo häufen ſie ſich in den Gefäßen an, und der Druck derſelben auf die Oberfläche verurſachet, daß ein größerer Grad der Hitze erfordert wird, um dieſe Flüſſigkeiten im Kochen zu erhalten. Durch die Anhäufung ſolcher Waſſerdämpfe, welche aus den verſchloſſenen Gefäßen nicht entweichen können, läßt ſich der Grad der Hitze durch den Druck der Dämpfe auf die Oberfläche des Waſſers ſo ſehr vergrößern, daß in ſelbigem leichtflüſſige Metalle, wie Zinn, Bley u. d. g. zum Schmelzen gebracht werden können.

§. 432.

Auf die Größe der Wirkungen der elaſtiſchen Dämpfe gründen ſich folgende Beyſpiele:

1. Der Papinianiſche Topf (digeſtor Papini). Es iſt ein cylindriſches kupfernes inwendig verzinntes Gefäß, welches man durch einen Deckel mittelſt einer Schraube genau und feſt verſchließen kann, um die Waſſerdünſte in ſelbigem, wenn das Waſſer kocht, eingeſperrt zu erhalten. Knochen, Horn u. d. g. thieriſche Theile laſſen ſich hierin durch die Wirkſamkeit der elaſtiſchen Dämpfe in eine breyige Subſtanz auflöſen. M. ſ. Gehlers phyſikal. Wörterbuch. Theil III. S. 392.
2. Die Dampfkugel oder die Windkugel (Aelopila). M. ſ. Wolfs nützliche Verſuche Th. I. Kap. 7.
3. Die Knallkügelchen. Dieſe ſind kleine hohle Glaskugeln mit etwas Waſſer, welche auf glühenden Kohlen, wo ſich das Waſſer in Dämpfe verwandelt, mit einem Knall zerplatzen.

4.

4. Die Dampf- oder Feuermaſchine, welche von Watt und Boulton ſehr verbeſſert worden. M. ſ. *Leupold.* theatrum machinar. hydraul. T. II. §. 202. f. Gehlers phyſikal. Wörterbuch Th. I. S. 561. f.

§. 433.

Aus dem bisherigen erhellet, daß die Dämpfe aus dem Wärmeſtoffe und aus einer Grundlage von demjenigen Körper, womit ſich der Wärmeſtoff verbunden hat, beſtehen z. B. der Waſſerdampf aus Waſſer und Wärmeſtoff. Ob nun gleich alle Materien urſprüngliche Elaſticität beſitzen, ſo erlangt doch derjenige Körper, welcher mit dem Wärmeſtoff verbunden in eine Dampfgeſtalt übergeht, durch die Mittheilung einen ſo hohen Grad von Elaſticität, daß er ſich nun allenthalben ausbreiten, folglich in der Luft aufſteigen und darin vermiſcht ſeyn könne. Allem Vermuthen nach iſt der Wärmeſtoff mit der Grundlage des Dampfes nicht chemiſch verbunden, ſondern er reißt nur die mit ihm adhärirenden Theilchen des Körpers vermöge ſeiner auſſerordentlichen expanſiven Kraft fort, und trennt ſich wieder von ihnen, ſobald er mit andern Körpern, welche kalt ſind, in Berührung kommt.

§. 434.

Mit Ausſchluß der atmoſphäriſchen Luft laſſen ſich dieſe Dämpfe auch andere Subſtanzen in eine völlige luftförmige Flüſſigkeit verwandeln, welche zwar mit Berührung der Atmoſphäre oder anderer Körper ihre Elaſticität verlieret, allein durch Abnahme der Wärme in keine flüſſigen oder feſten Körper abgeſchieden wird. Man nennt eine ſolche luftförmige Flüſſigkeit eine **Luftart** oder **Gas.** Hiervon aber mit mehreren in der Folge.

§. 435.

Weil bey einem größern Drucke der Atmoſphäre auf die Oberfläche der flüſſigen Materie eine größere Hitze nöthig iſt, um ſelbige zum Kochen zu bringen, ſo folgt ſchon von ſelbſt, daß der Druck der äuſſern Luft der Erzeugung der elaſtiſchen Dämpfe hinderlich ſeyn müſſe, indem erſt eine Menge Wärmeſtoff erfordert wird, um der entgegenwirkenden Elaſticität das Gleichgewicht zu halten, ehe noch elaſtiſche Dämpfe ſich erzeugen können. Bey alle dem aber kann doch bey allen Temperaturen der Dampf als eine elaſtiſche und unſichtbare Flüſſigkeit in der Luft beſtehen, nur wird das Verhältniß der Grundlage des Körpers mit dem Wärmeſtoffe deſto geringer, je größer der Druck bey einerley Temperatur iſt, und die Menge des Dampfes deſto kleiner ſeyn, je niedriger die Temperatur bey einerley Druck der Atmoſphäre iſt. Ohne Zweifel würde ohne Druck der Atmoſphäre bey mittlerer Temperatur kein Waſſer in tropfbarer ſondern nur in Dampfgeſtalt ſtatt finden können. M. ſ. J. A. de Lüc neue Ideen über die Meteorologie, aus dem Franzöſ. 2 Theile. Berlin und Stettin 1787. 8.

§. 436.

Wenn die Dämpfe mit der kältern Atmoſphäre in Berührung kommen, wodurch ihnen der Wärmeſtoff entzogen wird, oder auch wenn ſie ſonſt einem ſtärkern Drucke ausgeſetzet ſind, ſo entwickelt ſich Nebel. Dieſer Nebel hat nun gar keine Elaſticität mehr, ſondern er beſtehet blos aus den vom Wärmeſtoffe mit fortgeriſſenen feinen Theilchen desjenigen Körpers, aus welchem die Dämpfe erzeuget ſind. Dieſe Theilchen ſchwimmen nur in der Atmoſphäre, trüben ſie, bis ſie ſich entweder zu größern Tropfen verbinden, oder in eine feſte Geſtalt zuſammentreten, oder endlich auch von neuen durch Hinzukunft von Wärmeſtoff in un-

ſichtbare elaſtiſche Flüſſigkeit umbilden. Ob durch dergleichen zerſetzte Waſſerdämpfe Regen entſtehe, welcher oft bey der trockenſten Witterung in ſehr großer Menge ſchnell erzeuget wird? ſoll unten unterſucht werden.

§. 437.

Man muß die Dämpfe von den Luftarten wohl unterſcheiden, indem dieſe bey Erkaltung ihre Elaſticität nicht wie jene verlieren, und ſich daher in keine tropfbar flüſſige oder in feſte Materie verwandeln können. Uebrigens nennt man noch diejenigen Körper, welche ſich durch Hitze in Dämpfe oder in Gasarten verwandeln laſſen, flüchtige, diejenigen aber, welche dieſes nicht thun, feuerbeſtändige. Es iſt jedoch nicht wahrſcheinlich, daß es abſolut feuerbeſtändige Körper gebe, indem man ſchon diejenigen Körper, welche man ſonſt dafür hielt, durch die Hitze der Brenngläſer in kurzer Zeit in Dampf verwandelt hat. Es ſcheint nur unſer gewöhnliches auch ſtärkſtes Feuer keine ſo große Verwandſchaft mit den feuerbeſtändigen Körpern zu haben, als eigentlich dazu erfordert wird, um ſie in Dampf aufzulöſen.

§. 438.

Es giebt viel Körper, ſowohl flüſſige als feſte, welche aus flüchtigen und feuerbeſtändigen Beſtandtheilen zuſammengeſetzet ſind. Wird ein ſolcher Körper der Hitze ausgeſetzt, ſo müſſen natürlich die flüchtigſten Theile zuerſt in Dampf ſich verwandeln, hernach bey vermehrter Hitze diejenigen, welche minder flüchtig ſind u. ſ. f. Auf dieſen Gründen beruhen die ſo wichtigen Geſchäfte in der Chemie, die Deſtillation (deſtillatio) und die Sublimation (ſublimatio). Hierdurch werden nun die flüchtigen Beſtandtheile vermittelſt dazu geſchickter Gefäße in

Dampf-

Dampfgeſtalt aufgefangen, und durch Abkühlung wieder verdichtet, und zwar entweder in flüſſiger Geſtalt wie beym Deſtilliren, oder in trockner wie beym Sublimiren. Es iſt demnach der Wärmeſtoff vorzüglich ein Mittel, die Beſtandtheile der verſchiedenen zuſammengeſetzten Körper zu erforſchen.

§. 439.

Ein merkwürdiges Phänomen bey der Verdampfung iſt dies, daß eine jede tropfbar flüſſige Materie, welche abdampfet, Kälte erzeuge. Dies giebt einen unläugbaren Beweis, daß die in Dampf verwandelte Flüſſigkeit durch den Wärmeſtoff fortgeriſſen, und daß dieſer Wärmeſtoff von dem tropfbar flüſſigen aufgenommen, und ganz gebunden wird, wodurch er ſeine Wärme erzeugende Kraft verlieret. In dieſem Zuſtande kann er nun nicht mehr auf unſer Gefühl wirken, und es muß daher nothwendig Kälte entſtehen. Von dieſem latenten Wärmeſtoff muß alſo gar wohl der freye oder fühlbare Wärmeſtoff (materia caloris ſenſibilis) unterſchieden werden. Dieſer iſt in dem Zuſtande einer beſtändigen Bewegung, und eben in dieſem kann er nur unſer Gefühl durch die Wärme und Hitze, folglich auch nur das Thermometer afficiren, und heißt daher auch thermometriſcher Wärmeſtoff. Die Bewegung des freyen Wärmeſtoffs iſt eine natürliche Folge ſeiner ausnehmend großen expanſiven Kraft, und es iſt gar kein Grund da, warum er vermöge dieſer Kraft nur nach einer Richtung ſich hinbewegen ſollte; er muß alſo nach allen möglichen Richtungen ſich hinbewegen. Iſt er aber den Geſetzen der Schwere unterworfen? — Dieſe Frage wird vielfältig beſtritten. Herr Gren behauptet, daß der Wärmeſtoff nicht nur nicht ſchwer, ſondern ſogar ein Beſtreben habe, ſich von der Erde zu entfernen, oder daß er negativ ſchwer ſey. Die

Herren Hindenburg, Hube und andere mehr, behaupten aber das Gegentheil. Da der Wärmeſtoff eine überaus feine und im höchſten Grade elaſtiſche flüſſige Materie iſt, und vermöge dieſer expanſiven Kraft ſich nach allen nur möglichen Richtungen verbreitet, ſo iſt es mir wahrſcheinlich, daß zwar der Wärmeſtoff den Geſetzen der Schwere, weil jede Materie weſentlich eine Anziehung vorausſetzet, unterworfen iſt, jedoch aber ſo unmerkbar, daß er als imponderabel betrachtet werden kann.

M. ſ. Lichtenbergs Magazin für das Neueſte aus der Phyſik. IV. Band. 4. Stück. S. 49. u. f. Grens Journal der Phyſik. B. VII. S. 31. Deſſelben Grundlehren der Naturlehre §. 678. Deſſelben ſyſtemat. Handbuch der geſammten Chemie, Th. I. §. 195. *Carol. Frider. Hindenburg* prog. quo oſtenditur, calorem et phlogiſton non eſſe materias abſolute leves. Lipſ. 1790. 4. Hube vollſtänd. u. faßlicher Unterricht in der Naturlehre, Th. II. 8ter Brief S. 58 u. f. Gehlers phyſikal. Wörterbuch Th. IV. S. 548 u. f. Th. V. S. 935.

§. 440.

Der Wärmeſtoff iſt eine ſtrahlende Flüſſigkeit, welche in ihrer Bewegung an denjenigen Körpern, welche ſie aufhalten, aber nicht latent machen, unter eben dem Winkel zurückſtrahlet, unter welchem ſie anfiel. Er heißt daher auch der ſtrahlende Wärmeſtoff. Die geradlinichte Strahlung des Wärmeſtoffs hat man durch unläugbare Erfahrungen vermittelſt der Zurückſtrahlung von Hohlſpiegeln erwieſen. Herr Pictet (Verſuch über das Feuer, a. d. Franzöſ. Tübingen 1790. 8.) hat dergleichen Verſuche angeſtellet. Er nahm zwey Hohlſpiegel, ſtellte ſie gegen einander über in einer Entfernung, welche die Summe der Brennweiten übertraf; wenn er nun in dem einen

Brenn-

Brennpunkt eine warme eiſerne Kugel oder ſiedendes Waſſer brachte, in den Brennpunkt des andern aber ein empfindliches Thermometer, ſo ſtieg das Thermometer merklich; brachte er aber das Thermometer auſſerhalb dem Brennpunkte, ſo blieb es unverändert. Ferner machte er noch folgenden Verſuch; er brachte die beyden Hohlſpiegel an einem Ort, deſſen Temperatur einige Grade über dem Froſtpunkte war, ſtellte in den einen Brennpunkt ein Stück Eis, und in den andern ein empfindliches Thermometer, dieſes ſank merklich herab; brachte er aber das Thermometer auſſer dem Brennpunkte, ſo litt es gar keine Aenderung. Die meiſten Naturforſcher nehmen hier an, daß dieſe und die übrigen Phänomene, welche durch den freyen Wärmeſtoff veranlaßt werden, nicht genugthuend erkläret werden könnten, wenn man nicht den Wärmeſtoff als eine discrete elaſtiſche Flüſſigkeit annähme, deren Theilchen von einander durch große Zwiſchenräume in Beziehung auf ihren Durchmeſſer von einander abgeſondert ſind. Es beruhet dies aber ganz auf der falſchen Vorausſetzung, daß die Grundtheilchen des Wärmeſtoffs undurchdringlich wären, und daher die Strahlen einander nicht anders durchkreuzen könnten, als wenn ihre Theile in großen Zwiſchenräumen von einander entfernet wären. Da aber bewieſen worden, daß alle Materie durchdringlich iſt, und ſelbſt der Wärmeſtoff eine zuſammenhängende elaſtiſche Flüſſigkeit ausmacht, deſſen Strahlen ſich folglich gar wohl durchkreuzen können, ſo laſſen ſich alle dieſe Phänomene ſehr gut und noch weit vernünftiger und beſſer erklären, als wenn man den Wärmeſtoff als eine discrete elaſtiſche Flüſſigkeit annimmt; denn es läßt ſich ſchwerlich gedenken, daß die Zwiſchenräume ſo auf einander paſſen ſollten, daß die geraden Strahlen ungehindert durchgehen könnten.

M. ſ. Ueber das Gleichgewicht des Feuers und die ſcheinbare Reflexion der Kälte von Prevoſt aus *Rozier* Journal de phyſ. Mars 1791. überſ. in Grens Journal der Phyſik. B. VI. S. 325. u. f. Lamberts Pyrometrie oder vom Maße des Feuers und der Wärme. Berlin 1779. 4. S. 201. u. f.

§. 441.

Wenn der Wärmeſtoff aus einem Punkte nach allen Seiten ausgehet, ſo muß er natürlich von ſeiner Wirkung abnehmen je weiter er ſich von dem ſtrahlenden Punkt entfernet. Stellt man ſich dieſen Punkt als den Mittelpunkt einer Kugel, und die innere hohle Fläche derſelben von dem aus dem Mittelpunkte ausgefloſſenen Wärmeſtoffe überall gleich erwärmet vor, ſo folgt aus mathematiſchen Gründen, daß die Stärke des Wärmeſtoffs im umgekehrten Verhältniſſe der Quadrate der Entfernungen vom Mittelpunkte abnehme. Es hängt alſo die größere oder kleinere Wirkung des Wärmeſtoffs ganz allein von der größern oder kleinern Menge deſſelben in einerley Raum ab.

§. 442.

Wenn ein Körper mehr Wärmeſtoff aufgenommen hat, als das ſelbigen umgebende Mittel enthält, ſo lehret die Erfahrung, daß der erhitzte Körper, wenn er nicht beſtändig einer fortdauernden Hitze ausgeſetzet iſt, nach und nach den Ueberſchuß der Temperatur über der des umgebenden Mittels verlieret. Ueberhaupt giebt es keinen Körper auf der Erde, welcher vermögend wäre, eine höhere Temperatur zurückzuhalten. Wird ein ſolcher erhitzter Körper mit einem andern, welcher keine ſo hohe Temperatur beſitzet, in Verbindung gebracht, ſo nimmt man wahr, daß der wärmere Körper von ſeiner Wärme verlieret, der kältere aber wärmer wird. Dies wechſelſeitige Geben

und

und Nehmen vom Wärmeſtoffe dauret ſo lange, bis das Thermometer in beyden Körpern eine gleiche Temperatur anzeiget.

§. 443.

Weil der Wärmeſtoff auf unſerer Erde überall verbreitet iſt, dieſer aber durch mancherley Urſachen modificiret werden kann, wodurch Hitze und Kälte entſtehet, ſo erklärt es ſich, daß alle die Körper, welche der freyen Luft ausgeſetzet ſind, die Temperatur der Luft annehmen müſſen, und wenn irgend ein Körper mehr Wärmeſtoff enthielte, ſo muß er auch gewiß den Ueberſchuß verlieren, bis er mit den übrigen Körpern einerley Temperatur hat.

§. 444.

Da der Wärmeſtoff eine flüſſige Materie iſt, welche alle Körper durchdringt, ſo läßt er ſich auch nicht durch irgend eine Kraft, welche ihn entgegenwirket, im Gleichgewichte erhalten. Ja ſelbſt die Strahlen, welche aus zweyen verſchiedenen erhitzten Punkten einander entgegen kommen, durchdringen ſich, und halten einander nicht wie etwa zwey geſpannte Federn das Gleichgewicht. Demohngeachtet iſt dieſe Redensart im Gebrauche, daß die Wärme des einen Körpers mit der Wärme des andern Körpers im Gleichgewichte ſey, wenn beyde Körper einerley Temperatur beſitzen. Dieſe Redensart hat keinen andern Sinn, als dieſen, die wechſelſeitige Strahlung des ausſtrömenden Wärmeſtoffes durchdringt zwar einander, ſie enthält aber gleichviel Wärmetheilchen, und eben hiervon hängt die Temperatur ab. Geſetzt hingegen, der eine Körper wäre nicht ſo warm, wie der andere, ſo geht der ſtrahlende Wärmeſtoff des andern Körpers in den erſten Körper ſo lange über, bis die wechſelſeitigen Wärmeſtrahlen wiederum gleichviel Wärmeſtoff enthalten.

§. 445.

Wenn ein Körper in ein und der nemlichen Zeit eben ſo viel Wärmeſtoff ausſtrahlet, als er empfängt, ſo iſt ſeine Temperatur beſtändig d. h. er bleibt gleich warm. Würde er im Gegentheil mehr Wärmeſtoff von ſich geben, als er erhält, ſo wird auch ſeine Temperatur vermindert, d. h. er wird kalt. Strömt er endlich weniger Wärmeſtoff aus, als er empfängt, aber nothwendig mit der Vorausſetzung, daß der Wärmeſtoff nicht ſeine ſtrahlende Kraft verliert, ſo wird ſeine Temperatur erhöhet d. h. er wird erhitzt. Dieſe Erhitzung muß nothwendig die Differenz des zu gleicher Zeit ein- und ausſtrömenden Wärmeſtoffs ſeyn. Hieraus folgt ferner, daß die Erhitzung oder Erkältung eines Körpers, welcher der freyen Luft, die beſtändig einerley Temperatur behält, in gleichen Zeiten der Differenz der anfänglichen Temperaturen gleich ſeyn müſſe. M. ſ. Lamberts Pyrometrie §. 255. ff.

§. 446.

Weil ein jeder Körper nur in einer gegebenen Zeit eine beſtimmte Menge von Wärmeſtoff aufnehmen kann, ſo folgt, daß auch eine gewiſſe Zeit erfordert werde, um einen gegebenen Grad der Temperatur bey demſelben zu erhalten. Offenbar muß aber der Grad der Temperatur deſto größer werden, je mehr Wärmeſtoff der Körper zu einerley Zeit aufnimmt. Demnach müſſen die verſchiedenen Grade der Temperaturen ein und des nemlichen Körpers ſich zu einander verhalten, wie die Intenſität der Wärme des wärmeverbreitenden Körpers. Wäre aber die Intenſität der Wärme unveränderlich, und der erwärmte Körper strömte keinen Wärmeſtoff wieder aus, ſo müßten ſich auch die Grade der Temperaturen des Körpers zu einander verhalten, wie die verſchiedenen Zeiten, in welchen der Wärmeſtoff dem Körper zugeführet würde.

würde. Wenn z. B. ein Körper noch einmal ſo viel Wärmeſtoff ausſtrömet, und ein Thermometer wird dieſem Körper in gleicher Entfernung genähert, ſo muß es auch noch einmal ſo hoch ſteigen.

§. 447.

Die Aufnahme und das Ausſtrömen des Wärmeſtoffs iſt zu gleichen Zeiten bey verſchiedenen Körpern auch ſehr verſchieden, zuletzt aber theilt ſich bey allen Körpern, welche unter einander in Verbindung ſind, die Wärme gleichförmig mit. Dies Vermögen der Körper die freye Wärme aufzunehmen, und ſie gleichförmig denjenigen Körpern, welche unter einander in Verbindung ſtehen, und verſchiedene Wärme beſitzen, zuzuführen, nennt man ihr **wärmeleitendes Vermögen**. Daher ſchreibt man demjenigen Körper, welcher den Wärmeſtoff ſchneller aufnimmt, und andern zuführet, oder welches einerley iſt, in kürzerer Zeit bey gleicher Oberfläche eine gleiche Temperatur erhält, ein größeres wärmeleitendes Vermögen zu, als einem andern, und nennt daher einen ſolchen Körper einen beſſern **Leiter der Wärme**. Will man nun beſtimmen, welche Körper beſſere Leiter der Wärme ſind, oder welche zu gleicher Zeit mehr Wärmeſtoff aufnehmen, als andere, ſo müſſen auch alle dieſe Körper unter gleichen Umſtänden ſich befinden.

§. 448.

Herr **Thompſon**, Graf von Rumford, beſtimmt das wärmeleitende Vermögen für das Vermögen der Körper, unter übrigens gleichen Umſtänden die Abkühlung eines in ihnen eingeſchloſſenen erhitzten Körpers ſchneller oder langſamer zuzulaſſen. Der Körper, welcher die Abkühlung ſchneller zuläßt, iſt ein beſſerer, und welcher dieſe langſamer verſtattet, ein ſchlechterer Leiter. Sein Verfahren, welches er

gebrauchet, um das wärmeleitende Vermögen verſchiedener Körper zu beſtimmen, iſt dieſes: er nahm ein empfindliches Queckſilberthermometer von ohngefähr 10 Zollen lang, hing es in der Axe eines gläſernen Cylinders auf, welcher ohngefähr ¾ Zoll im Durchmeſſer hatte, und welcher in einer Kugel von 1,6 Zoll Durchmeſſer ſich endigte; das Thermometer nahm nun gerade die Mitte der Kugel im Cylinder ein. Der übrige Raum im Glascylinder wurde mit derjenigen Subſtanz angefüllt, deren wärmeleitendes Vermögen beſtimmt werden ſollte, hierauf alles in dem kochenden Waſſer erhitzt, und nachher in eine Miſchung von geſtoßenem Eis und Waſſer getaucht. Hierbey wurde nun nach einer genauen Sekundenuhr die Zeit angemerkt, welche verfließt, ehe das Thermometer von 70 Grad Reaum. bis zum 10ten Grade herabſank, und zwar von 10 Grad zu 10 Grad. Verſchiedene Verſuche von dem wärmeleitenden Vermögen der Körper haben Richmann, Ingenhouß, Mayer und Pictet angeſtellt.

M. ſ. New experiments upon Heat, by *Colon. Sir Benj. Thompſon.* Lond. 40. Experim. upon Heat by *Major-General Sir Benja. Thompſon* in den philoſ. transact. 1792. P. II. p. 48. überſetzt in Grens Journal der Phyſik, Band VII. S. 245. u. f. Von dem Unterſchiede der Geſchwindigkeit, mit welcher die Hitze durch verſchiedene Metalle gehet, in Ingenhouß vermiſchten Schriften, überſ. von Molitor. Wien 1784. gr. 8. II. Band S. 343. f. Mayer über die Geſetze und Modificationen des Wärmeſtoffs. Erlang. 1791. 8. S. 228. Pictet Verſuche über das Feuer, aus d. Franzöſ. Tübing. 1790. 8. Kapit. 4. 5. 6.

§. 449.

§. 449.

Wenn wir Körper, welche einerley Temperatur zeigen, in die Hand nehmen, oder mit der Oberfläche unſers Körpers berühren, ſo werden dieſe, im Falle ſie beſſere oder ſchlechtere Leiter ſind, der Hand entweder ſchneller den Wärmeſtoff zuführen, oder ſchneller entziehen, nachdem ſie wärmer oder kälter als die Hand ſind. Daher kann es kommen, daß verſchiedene Körper, welche ein verſchiedenes wärmeleitendes Vermögen wiewohl einen gleichen Wärmegrad haben, durch ihre Berührung verſchieden erwärmt vorkommen müſſen. So empfindet man eine größere Wärme oder Kälte, wenn man ein Stück Metall anfaßt, als bey einem Stücke Holz, welches eben die Temperatur beſitzet u. ſ.

§. 450.

Der Grund der Verſchiedenheit des wärmeleitenden Vermögens, kann in nichts weiter geſuchet werden, als in den verſchiedenen Graden der Verwandſchaft, welche die verſchiedenen Körper mit dem Wärmeſtoffe haben. Da aber die Grade der Verwandſchaft des Wärmeſtoffs zu den mancherley Körpern in keinem Verhältniſſe mit ihren Dichtigkeiten ſtehen, ſo folgt, daß auch das Verhältniß des wärmeleitenden Vermögens der verſchiedenen Körper gegen einander nicht einerley mit dem Verhältniſſe ihrer Dichtigkeiten ſey.

§. 451.

Wenn der Wärmeſtoff bey der Durchdringung durch die verſchiedenen Körper in ſeiner Expanſivkraft gar keine Aenderung litte, ſo würden ſich die abſoluten Quantitäten des Wärmeſtoffs zu einander verhalten, umgekehrt wie die Dichtigkeiten der verſchiedenen Körper von gleichem Volum, wenn die

Tem-

Temperaturen gleich ſind. Allein die Erfahrung lehret, daß die Theile des Wärmeſtoffs, welche die Körper durchdringen, in ihrer Expanſivkraft vermuthlich durch die Cohäſion verſchiedene Modificationen erleiden. Man muß alſo die freye Wärmematerie von derjenigen wohl unterſcheiden, welche ſich mit den materiellen Theilen der Körper, durch welche ſie gehet, verbindet, und dadurch in ihrer Expanſivkraft verſchiedene Modificationen erleidet. Wären jedoch zwey Körper gleichartig, ſo iſt es an und für ſich begreiflich und natürlich, daß ſich die abſoluten Quantitäten des freyen Wärmeſtoffs in ſelbigen verhalten müſſen, wie die Quantitäten der Materie oder wie die Umfänge, der Wärmeſtoff mag in ſelbigen in ſeiner Expanſivkraft verändert werden wie er will, indem dies in gleichartigen Körpern identiſch geſchehen muß, wenn nur die Temperaturen gleich ſind. Sollten aber die Temperaturen bey dieſen gleichartigen Körpern ungleich groß ſeyn, und ſie würden mit einander vollkommen vermiſcht, ſo geſchieht die Vertheilung des Ueberſchuſſes der Wärme von dem wärmern und dem weniger wärmern Körper nach dem Verhältniſſe der Maſſen oder der Umfänge. Die Erfahrung beſtätiget auch dies vollkommen, wenn man nur darauf mit Rückſicht nimmt, daß ein kleiner Theil von der Wärme während der Vermiſchung an die umgebende Luft und das Gefäß, worin die Miſchung geſchiehet, tritt. Setzt man alſo die beyden gleichartigen Maſſen M und m, und die verſchiedenen Temperaturen T und t, ſo iſt die Temperatur nach der Vermiſchung $= \frac{MT + mt}{M + m} = x$. Iſt $M = m$, ſo iſt $x = \frac{T + t}{2}$. Sind alſo die beyden Maſſen M und m, nebſt den verſchiedenen Temperaturen vor der Miſchung bekannt, ſo läßt ſich denn alle=

allezeit vermittelſt dieſer Gleichung die Temperatur beſtimmen, welche die Miſchung haben wird. Geſetzt es würde ein Theil Waſſer von 12 Grad Wärme mit drey Theile Waſſer von 24 Grad Wärme mit einander vermiſcht, ſo hat man, $M = 1$, $T = 12$, $m = 3$, und $t = 24$, und es wird

$$x = \frac{12 + 72}{4} = \frac{84}{4} = 21 \text{ Grad.}$$

Aus der Gleichung $x = \frac{MT + mt}{M + m}$ erhält man x

$$(M + m) = MT + mt, \text{ oder}$$
$$(x - t)\, m = (T - x)\, M$$

und dies giebt folgende Proportion

$$M : m = x - t : T - x.$$

Hieraus läßt ſich alſo finden, wieviel von einerley Maſſe, deren ein Theil mit dem andern eine verſchiedene Temperatur hat, genommen werden müſſe, um aus ihrer Vermiſchung einen beſtimmten Grad von Wärme hervorzubringen. Z. B. man habe Waſſer von 16 Grad und Waſſer von 30 Grad Wärme, wieviel wird von jedem genommen werden müſſen, damit in der Vermiſchung Waſſer von 20 Grade entſtehe? Es iſt hier alſo $x = 20$, $T = 30$ und $t = 16$, folglich

$$M : m = 20 - 16 : 30 - 20 = 4 : 10 = 2 : 5$$

Man wird alſo 2 Theile von dem Waſſer von 30 Grad und 5 Theile von dem Waſſer von 16 Grad zuſammenmiſchen müſſen, um Waſſer von 20 Grad Wärme zu erhalten.

§. 452.

Sobald zwey Materien von verſchiedener Art, welche ungleiche Temperaturen haben, mit einander vermiſchet werden, ſo findet die Regel des vorigen §. gar nicht mehr ſtatt. Hier iſt die Vertheilung des Ueberſchuſſes des wärmern über den weniger

war-

warmen Körper weder im Verhältniſſe der Quantitäten der Materie noch der Umfänge, ſondern blos nach der Verwandſchaft der gemiſchten Körper zum Wärmeſtoffe. Wenn z. B. ein Cubikzoll Waſſer von 60 Grad Wärme mit ein Cubikzoll Queckſilber von 10 Grad Wärme vermiſcht wird, ſo ſollte die Miſchung nach der Regel des vorigen §. $13\frac{1}{3}$ Grad Wärme haben; allein die Erfahrung lehret gerade das Gegentheil, indem die Miſchung ungefähr 20 Grad Wärme erhält. Hätte ferner 1 Pfund Queckſilber 110 Grad Fahrenh. und 1 Pfund Waſſer 44 Grad, ſo erhalten ſie in ihrer Miſchung nur 47 Grad, da ſie nach der vorigen Regel 77 Grad Wärme hätten erhalten müſſen; hätte aber das Queckſilber 44 Grad, und das Waſſer 110 Grad, ſo bekommt die Miſchung 107 Grad. Verliert demnach das Queckſilber durch Vertheilung 63 Grad, ſo gewinnt das Waſſer 3 Grad, und wenn das Waſſer 3 Grad verlieret, ſo gewinnt das Queckſilber 63 Grad. Weil demnach die Temperatur des Waſſers bey der Miſchung mit eben ſo vielem Queckſilber um 1 Grad wächſt oder abnimmt, da unterdeſſen die Temperatur des Queckſilbers um 21 Grade abnimmt oder wächſt, ſo kann man ſchließen, daß die Quantitäten der freyen Wärmetheilchen bey einerley Temperatur im Waſſer ſich zu den im Queckſilber verhalten, wie 21 : 1, wenn beyde gleiche Gewichte haben.

§. 453.

Das Verhältniß der Mengen freyer Wärmetheilchen in Körpern von verſchiedener Art bey einerley Temperatur und gleichem Gewichte, nennt man auch die **ſpecifiſche Wärme, comparative Wärme** oder auch die **Capacität der Körper für Wärme.** Um alſo die ſpecifiſche Wärme zweyer verſchiedener Körper zu beſtimmen, muß man von jedem Körper ein

am Gewichte gleichviel nehmen, dieſe bey verſchiedenen Temperaturen mit einander vermiſchen, und in dieſer Vermiſchung den Grad der Wärme bemerken. In dieſem Falle verhalten ſich die ſpecifiſchen Wärmen umgekehrt wie die Veränderungen der Temperaturen. Wäre demnach das Gewicht des einen Körpers A mit dem Gewichte des andern B gleich, und die ſpecifiſche Wärme des erſtern g und des andern γ, die veränderte Temperatur des erſtern = x und die des andern = y, ſo hat man $g : \gamma = y : x$, folglich $g = \frac{y\gamma}{x}$. Geſetzt aber auch, es wären die Gewichte von beyden Körpern ungleich groß, ſo verhalten ſich alsdenn die ſpecifiſchen Wärmen umgekehrt wie die Produkte aus den verſchiedenen Temperaturen in die Gewichte der beyden Körper. Setzt man alſo noch die Gewichte der Körper A und B = P und p, ſo hat man $g : \gamma = yp : xP$, folglich $g = \frac{\gamma y p}{x P}$. Der Erfinder von dieſen Formeln iſt Irwine. Miſcht man z. B. 1 Cubikzoll ſiedendes Waſſer alſo von 212 Gr. Fahr. mit 1 Cubikzoll Queckſilber von 32 Grad zuſammen, ſo findet man in der Miſchung den Grad Wärme 140 Grad. Es iſt hier alſo $x = 212 - 140 = 72$ und $y = 140 - 32 = 108$, $P = 1$ und $p = 14$, folglich

$$g : \gamma = 108 . 14 : 72 . 1 = 21 : 1.$$

§. 454.

Herr D. Block in Edinburgh und Herr Irwine in Glasgow hatten ſchon von dieſem Gegenſtande Unterſuchungen angeſtellt, welche erſt nach Herrn Wilke hierüber angeſtellten Erfahrungen durch Herrn Crawford bekannt wurden. Die Verſuche, welche man über die ſpecifiſchen Wärmen gemacht hat, ſind in Tabellen gebracht worden, wobey die ſpecifiſche

Wärme

Wärme des Waſſers zur Einheit angenommen iſt. Bey allen dieſen Verſuchen, welche nur einigermaßen richtige Reſultate geben ſollen, muß beſonders auf folgendes Rückſicht genommen werden: diejenigen Körper, welche von verſchiedenen Temperaturen ſind, und mit einander vermiſcht werden ſollen, müſſen einander nicht wechſelſeitig auflöſen, und dadurch ganz neue Körperarten bilden, welche die zu beſtimmende Temperatur bald erhöhen bald erniedrigen werden. Ueberhaupt iſt bey allen nur möglichen Vorſichten, die ſpecifiſchen Wärmen der verſchiedenen Körper zu beſtimmen, doch ein Mißtrauen in die erhaltenen Reſultate zu ſetzen, indem ein Theil des Wärmeſtoffs ſich mit dem Waſſer verbindet, und in Dampfgeſtalt übergehet.

M. ſ. die neueſten ſchwed. Abhandlungen B. II. S. 48. Leipzig 1784. Experiments and obſerv. on animal Heat and the inflammation of combuſtible bodies, being an attempt to reſolve thoſe phaenomena into a general law of nature, by *Adair Crauford*. Lond. 1779. 8. 1788. 8. Adair Crawfords Verſuche und Beobachtungen über thieriſche Wärme, a. d. Engl. herausgeg. von Crell 1789. 8. *J. G. Magellan* eſſai ſur la nouvelle theorie du feu èlementaire et de chaleur des corps, à Londres 1780. 4. J. G. Magellans Verſuch über die neue Theorie des Elementarfeuers und der Wärme der Körper, aus d. Franzöſ. Leipz. 1782. 8. Lampadius kurze Darſtellung der vornehmſten Theorien des Feuers. Götting. 1793. 8.

§. 455.

Weil das Verhältniß des wärmeleitenden Vermögens der verſchiedenen Körper gegen einander mit dem Verhältniſſe ihrer Dichtigkeiten nicht einerley iſt, ſo iſt auch das vom Herr Mayer angegebene allgemein

meine Geſetz: daß die wärmeleitenden Vermögen zweyer Maſſen von gleicher Figur und Volumen ſich umgekehrt verhalten, wie die Produkte aus ihren Maſſen in ihre ſpecifiſchen Wärmen, noch einigen Zweifel unterworfen, obgleich der Herr von Humboldt darnach eine Tabelle berechnet hat. M. ſ. Crells chemiſche Annalen 1792. B. I. S. 423. ff.

§. 456.

Folgende kleine Tabelle zeigt die ſpecifiſchen Wärmen verſchiedener Körper, wenn die ſpecifiſche Wärme des Waſſers zur Einheit angenommen wird.

	ſpecif. Gewicht		ſpecifiſche Wärme bey gleichem Gewichte	
Waſſer -	1,000	—	1,000	Crawford.
Atmoſphäriſche Luft	— —	—	1,796	— —
Sauerſtoffgas -	— —	—	4,749	— —
Kohlengeſäuertes Gas	— —	—	1,045	— —
Leinöl -	0,928	—	0,528	— —
Terpentinöl -	0,792	—	0,472	— —
Baumöl -	0,913	—	0,710	— —
Weißes Wachs -	0,966	—	0,450	Gadolin.
Haber -	— —	—	0,416	Crawford.
Gerſte -	— —	—	0,421	— —
Weitzen -	— —	—	0,340	— —
Ungelöſchter Kalk -	— —	—	0,245	— —
— — — -	— —	—	0,216	Lavoiſier.
Sand -	— —	—	0,206	Crawford.
Agath -	2,643	—	0,195	Wilke.
Weißes ſchwediſches Glas	2,386	—	0,187	— —
Schwefel -	1,800	—	0,183	Crawford.
Flintglas -	3,329	—	0,174	— —
Spiesglaskönig	6,170	—	0,063	Wilke.
Queckſilber -	14,000	—	0,047	Block.
Eiſen -	7,876	—	0,126	Wilke.
Meſſing -	8,355	—	0,116	— —
Kupfer -	8,784	—	0,114	— —
Zink -	7,154	—	0,102	— —
Zinn -	7,380	—	0,060	— —

	ſpecif. Gewicht		ſpecifiſche Wärme bey gleichem Gewichte
Silber -	10,001	—	0,082 Wilke.
Wismuth -	9,861	—	0,043 — —
Gold -	19,040	—	0,053 — —
Bley -	11,456	—	0,042 — —

Noch mehrere Reſultate der ſpecifiſchen Wärmen findet man in Girtanners Anfangsgr. der antiphlogiſt. Chemie. S. 455. f.

Anmerk. Aus dieſer kleinen Tabelle iſt alſo die ſpecifiſche Wärme des Eiſens zu der ſpecifiſchen Wärme des Spiesglanzes wie 0,126 : 0,063 = 2 : 1; das ſpecifiſche Gewicht des erſten aber zu dem ſpecifiſchen Gewichte des andern = 7,876 : 6,170. Es iſt folglich das Eiſen dichter als das Spiesglanz, und nimmt doch bey einerley Temperatur und gleichem Gewichte noch einmal ſo vielen Wärmeſtoff auf, als das Spiesglanz. Es iſt folglich gar nicht gedenkbar, daß der Wärmeſtoff blos in die Zwiſchenräumchen dringen ſollte, und die Materie ſelbſt nicht afficirte. Weit natürlicher, einfacher und verſtändlicher erklärt ſich dieſes Phänomen ſo, daß der Wärmeſtoff die Materie durchdringe, und vermöge der größern oder geringern Verwandſchaft eine größere oder geringere Menge von Wärmeſtoff ſich mit der Materie verbinde. Aus dieſen Gründen halte ich verſchiedene von Hr. Girtanner a. a. O. S. 31. aufgeſtellte aphoriſtiſche Sätze der Natur der Sache gar nicht gemäß. Sie ſind blos Hypotheſen, die gar nicht in der Natur erwieſen werden können.

§. 457.

Wenn ein Körper, welcher eine Temperatur von 40° Fahrenh. beſitzet, einer andern Temperatur von 60 Grad ausgeſetzet wird, ſo erwärmt ſich derſelbe allmäh-

allmählig ſo lange, bis er den nemlichen Grad Wärme des umgebenden Mittels von 60° erhalten hat. Man nehme im Gegentheil ein Stück Eis, bringe es in die Temperatur von 60°, ſo erwärmt es ſich nicht, ſondern es behält ſtetig die Temperatur von 32 Graden ſo lange, bis das Eis geſchmolzen iſt. Wenn aber dies Eis geſchmolzen, ſo ſteigt alsdenn die Temperatur, und ein in zerſtoßenes Eis geſetztes Thermometer wird dieſes Geſagte entſcheidend beweiſen. Erhitzt man nun das zu Waſſer geſchmolzene Eis in einem Gefäße über dem Feuer ſo ſtark, daß es zu kochen anfängt, ſo tritt das Queckſilber im Thermometer bis zum Siedpunkt hinauf, und bleibt daſelbſt feſte ſtehen, es mag dem Waſſer ſo viel Wärmeſtoff zugeführet werden als man will. Dieſe Erfahrungen beſtätigen alſo aufs genaueſte, daß der auf das Eis wirkende Wärmeſtoff die Temperatur des Eiſes über den Gefrierpunkt eben ſo wenig erhöhet, als der auf das Waſſer zuſtrömende ſelbiges über den Kochpunkt erhitzt. Es kann alſo die Wirkung des Wärmeſtoffs auf das Eis keine andere ſeyn, als daß er ſie blos zum Schmelzen deſſelben verwendet, und die bey dem Kochen des Waſſers keine andere, als daß er ſelbiges in dampfförmige Flüſſigkeit verwandelt. So lange demnach das Schmelzen des Eiſes und die Verwandlung des Waſſers im Dampf dauert, ſo lange muß auch das Thermometer im erſten Falle auf dem Froſtpunkte und im andern auf dem Siedpunkte unverändert ſtehen bleiben.

§. 458.

Derjenige Wärmeſtoff, welcher dem Eiſe zur Schmelzung und dem ſiedenden Waſſer zur Verwandlung deſſelben in Dampf mitgetheilet wird, und eben daher keine Wirkung auf das Thermometer, mithin auch nicht auf unſer Gefühl hat, wird unmerkbarer,

latenter, gebundener, feſter oder fixirter Wärmeſtoff (calor inſenſibilis, latens, fixatus) genannt. Die ganze Menge von Wärmeſtoff, welche dem Eiſe zum Schmelzen zugeführet, und beym Sieden des Waſſers zur Verwandlung deſſelben in Dampf verwendet wird, muß alſo für das Thermometer und unſer Gefühl gänzlich verloren gehen. Hieraus läßt ſich nun ſehr leicht umgekehrt die Folge machen, daß der Wärmeſtoff wieder fühlbar oder frey werden müſſe, ſobald durch irgend eine Urſache der Dampf zerſetzt, und das Waſſer plötzlich zum Gefrieren gebracht wird, und dies beſtätiget auch wirklich die Erfahrung.

§. 459.

Man ſetze, ein erwärmter Körper ſey rund herum mit Eis als eine Hülle umgeben, ſo wird der äuſſere Wärmeſtoff nicht durch das Eis in das innere eindringen können, ſondern der vom erwärmten Körper dem Eiſe mitgetheilte Wärmeſtoff wird in dem innern Eiſe eine Schichte nach der andern ſchmelzen, bis der Körper die Temperatur von 32 Grad erhalten hat. Wenn nun das Waſſer, welches geſchmolzen iſt, indem der erwärmte Körper in dem Eiſe von ſeiner Temperatur bis zur Temperatur des Froſtpunktes herabgeſunken, beſonders geſammlet wird; ſo wird auch das Gewicht deſſelben mit der Menge des Wärmeſtoffs, welchen der erwärmte Körper von ſeiner Temperatur bis zum Froſtpunkte verloren hat, im Verhältniſſe ſeyn. Dieſen Gründen gemäß, haben die Herren **Lavoiſier und de la Place** eine Maſchine erfunden, um theils die ſpecifiſche Wärme der Körper zu beſtimmen, theils die verhältnißmäßige Menge von Wärmeſtoff zu meſſen, welche bey der Zerſetzung der Körper fühlbar wird. Sie nennen dieſe Maſchine **Calorimeter, Wärmemeſſer,** auch wohl **Eisapparat.** Gegen dieſen Wärmemeſſer hat vorzüglich

Herr

Herr Wedgwood Erinnerungen gemacht. In Anſehung der ſpecifiſchen Wärmen, welche die durch dergleichen Verſuche herausgebrachten Zahlen andeuten ſollen, läßt ſich einwenden, daß bey den mehreſten Körpern die latente Wärme frey wird, welche vorher zur Unterhaltung der elaſtiſchen Form oder des flüſſigen Zuſtandes verwendet war. M. ſ. *Lavoiſier* traité de chimie, T. II. à Paris 1789. 8. S. 387. und in den Memoir. de l'Academie roy. des ſcienc. an. 1780. Paris 1783. p. 355. ſqq. überſetzt in Lavoiſier phyſikaliſch-chemiſchen Schriften von Weigel. B. III. Greifsw. 1785. 8. S. 292. u. f. Gehlers phyſikal. Wörterbuch Th. IV. S. 597. u. f. und eine deutliche und kurze Beſchreibung des Calorimeters, nebſt einer Abbildung davon im V. Theil S. 966. u. f. Baader vom Wärmeſtoffe. Wien und Leipzig 1786. 4. S. 173. u. f. *Wedgwood* in den philoſ. tranſact. Vol. LXXIV. p. 371. Lichtenberg Anmerk. zu Erxlebens Naturlehre zu Ende des IX. Abſchnitts.

§. 460.

Der latente Wärmeſtoff kann auf eine gedoppelte Art ſtatt finden, er iſt nemlich entweder blos adhärirend oder chemiſch verbunden. So hat zwar der vom Eiſe beym Schmelzen, und bey der Verwandlung des Waſſers in Dampf von jenem aufgenommene Wärmeſtoff ſeine Strahlung verloren, iſt aber damit in einer ſolchen geringen Verbindung, daß ein jeder kälterer Körper, ohne irgend ein chemiſches Mittel nöthig zu haben, ſelbigen entzieht. Bey den verſchiedenen Luftarten hingegen kann der damit verbundene Wärmeſtoff durch gar kein mechaniſches Mittel, wie z. B. durch Druck oder Kälte, davon geſchieden werden, und iſt daher mit ſelbigen chemiſch verbunden.

§. 461.

Alles das, was bey der veränderten Form des Waſſers in Anſehung des gebundenen und frey gewordenen Wärmeſtoffs ſtatt findet, gilt von allen übrigen Körpern, welche einer Veränderung ihrer Form unterworfen ſind. So kann alſo bey dieſer Veränderung ein Theil des gebundenen Wärmeſtoffs frey werden, und als dieſer auf unſere Empfindung und aufs Thermometer wirken; es kann aber auch bey einer ſolchen Formveränderung ein Theil Wärmeſtoff verſchluckt, und auf dieſe Weiſe auf unſere Empfindung Kälte bewirket werden. Die Erfahrung beſtätiget dieſe Sätze auf unzählige Art.

§. 462.

Alle mögliche Fälle, bey welchen aus der Formänderung der Körper bald Wärme frey bald verſchluckt werden kann, laſſen ſich auf folgende allgemeine Geſetze zurückbringen:

I. Wenn die Körper aus dem Zuſtande der Feſtigkeit in den Zuſtand der Flüſſigkeit übergehen, ſo wird der Wärmeſtoff latent, und folglich Kälte erzeuget. Hieraus laſſen ſich folgende Phänomene erklären:

1. Der unveränderte Stand des Thermometers auf dem Gefrierpunkte bey dem ſchmelzenden Eiſe. (§. 457.). M. ſ. de Lüc neue Ideen über die Meteorologie, a. d. Franzöſ. I. Theil. Berlin und Stettin 1787. §. 179.
2. Der Verſuch einer Menge Eis von 32 Grad Fahr. mit eben ſo vielem Waſſer von 162 Grad vermiſcht. Die Temperatur dieſes Gemiſchten iſt 32 Grad. Der Schnee ſchmelzt ganz und verſchluckt eine Menge Wärme von 162 — 32 = 130 Grade, nach Black aber 140 Grade. M. ſ. de Lüc am a. O. §. 210.
3. Die Erkältung des Waſſers, im welchem Salze aufgelöſet werden.
4. Die ſtarke Erkältung beym Schmelzen des Schnees durchs Uebergießen mit Vitriolöl.

5. Die ſtarke Erkältung beym Schmelzen des Schnees mit Salzen, wodurch Waſſer in einem Glaſe zum Gefrieren gebracht werden kann. Die ſtärkſte Kälte hierbey iſt dieſe, wo eine geſättigte Salzauflöſung eben des Salzes gefrieret, welches mit dem Schnee vermengt worden.

6. Die ſehr ſtarke Erkältung durch die Auflöſung des gepülverten cryſtalliſchen Glauberſalzes mit Salpeterſäure, wodurch ſelbſt das Queckſilber in Eis verwandelt werden kann. M. ſ. Grens Journal der Phyſik. B. II. S. 358.

7. Die Erkältung durch die Auflöſung des Zinnes in Queckſilber.

§. 463.

II. Wenn Körper aus dem Zuſtande der Flüſſigkeit in den Zuſtand der Feſtigkeit übergehen, oder auch nur eine dichtere Conſiſtenz in der Flüſſigkeit erhalten, ſo wird hierdurch der latente Wärmeſtoff wieder zum freyen oder fühlbaren. Hieraus laſſen ſich folgende Phänomene erklären:

1. Warum bey der Zerſetzung des Dampfes durch einen Druck oder durch Kälte Wärme wieder frey wird.

2. Warum beym ſchnellen Frieren des Waſſers fühlbare Wärme entſteht. Bey dem allmähligen Frieren läßt ſich freylich die Wärme für unſere Empfindung und für das Thermometer nicht wahrnehmen, weil ſich der Wärmeſtoff nur nach und nach entwickelt. Daraus läßt ſich aber auch der Grund herleiten, warum das Waſſer beym Gefrierpunkte der Luft nicht augenblicklich, ſondern nur nach und nach in Eis verwandelt wird.

3. Warum eine ſtarke Erhitzung erfolget, wenn Vitriolöl mit Waſſer vermiſcht wird. Denn eben hierdurch wird die Flüſſigkeit dichter, und entwickelt ſich daher Wärmeſtoff.

4. Warum Waſſer, welches mit Oel übergoſſen, und ohne zu Gefrieren bis zu einigen Graden unter dem Gefrierpunkte erkaltet war, augenblicklich gefror, wenn es geſchüttelt wurde, und dabey ein hiereingeſtelltes Thermometer bis zum 32 Grad Fahrenh. ſtieg.

5. Warum Salzauflöſungen, welche durchs Abdampfen zum Kryſtalliſiren fähig gemacht ſind, ſpäter erkalten,

als eine Menge Waſſer von gleicher Temperatur und eben dem Gewichte, wenn ſie unter einerley Umſtänden ſich befinden.

6. Warum eine ſehr ſtarke Hitze, ja, oftmals eine völlige Entzündung entſtehe, wenn concentrirte Säuren mit Oelen vermiſcht werden.

7. Warum Fett oder Talg, oder Wachs u. d. g. geſchmolzen ſo langſam erkaltet.

8. Warum eine Erhitzung bey dem Schütteln einer geſättigten Auflöſung des Glauberſalzes entſtehet, welche vorher erkaltet und in einem verſtopften Gefäße, ohne zu kryſtalliſiren, an einem ruhigen Orte geſtanden hat.

9. Warum gebrannter Gyps und der ungelöſchte Kalk mit Waſſer vermiſcht ſo ſehr erhitzt.

10. Warum Hitze erfolgen bey verſchiedenen Auflöſungen der Metalle und einigen Erden in concentrirten Säuren.

§. 464.

III. Wenn die flüſſigen Körper in den Zuſtand des Dampfes übergehen, ſo wird der freye Wärmeſtoff latent, und es entſteht verminderte fühlbare Wärme. Hieraus laſſen ſich folgende Phänomene erklären:

1. Warum das Thermometer in ſiedendes Waſſer geſtellt, auf einem unveränderlichen Punkte ſtehen bleibt.

2. Warum ſelbſt das an freyer Luft ſiedende Waſſer keinen merklichen über den Siedpunkt erhitzten Grad annehmen könne.

3. Warum das Queckſilber im Thermometer an freyer Luft alsdenn fällt, wenn das Thermometer in Waſſer getaucht, und welches eben den Wärmegrad als die freye Luft hat, nachher aber in der Luft aufgehängt wird.

4. Warum durch die Verdunſtung des Weingeiſtes Kälte hervorgebracht wird.

5. Warum die Zimmer im Sommer durchs Geſprengen mit Waſſer kühler werden.

6. Warum eine ſo große Kälte entſteht beym Verdunſten der Vitriolnaphta.

7. Wie bey den lebenden Menſchen die Kälte hervorgebracht werde, in einem freyen Mittel, welches über die Temperatur der Blutwärme erhöhet iſt.

§. 465.

IV. Es wird der latente Wärmeſtoff alsdenn wieder frey oder fühlbar, wenn die Körper aus dem Zuſtande der Dampfgeſtalt in den Zuſtand der Flüſſigkeit oder Feſtigkeit übergehen.

V. Wenn Körper aus dem Zuſtande der Feſtigkeit, oder der Flüſſigkeit oder auch des Dampfs in einen luftförmigen Zuſtand übergehen, ſo wird eine anſehnliche Menge Wärmeſtoff latent, und endlich

VI. Wenn Körper aus dem Zuſtande der luftförmigen Flüſſigkeit in den Zuſtand des Dampfes oder der Flüſſigkeit oder der Feſtigkeit übergehen, ſo wird eine große Menge latenter Wärmeſtoff frey gemacht und fühlbar.

Verſchiedene Beyſpiele hiervon werden bey den luftförmigen Flüſſigkeiten vorkommen. M. ſ. Gren Journal der Phyſik B. II. S. 48. u. f. Volta und Scapoli Abhandl. über die Wärme überſ. in Crells neueſten Entdeckungen Th. 12. S. 47. de Lüc a. a. O. S. 249 = 258. Michael Hube vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre, II. Band. Leipzig 1793.

Viertes Kapitel.
Von dem Lichtſtoffe.

§. 466.

Wenn wir die um und neben uns befindlichen Sachen deutlich ſehen können, ſo ſagen wir, es ſey um uns herum helle, im Gegentheil aber dunkel. Die materielle Urſache, welche in unſerm Auge die Wirkung des Sehens hervorbringt, nennt man Lichtſtoff, Lichtmaterie (materia lucis). Dieſer Stoff afficirt freylich keine andere Sinne, als das Geſicht, iſt aber dieſem oft beſchwerlich und ſchmerzhaft. Es ſteht auch in unſerer Gewalt, den Lichtſtoff zu meſſen, zu vermehren, zu vermindern, einzuſchlieſſen und abzuſondern. Aus alle dieſem läßt ſich auf die Realität eines wirklich vorhandenen Weſens ſchließen.

§. 467.

Diejenigen Körper, welche für ſich allein die Empfindung des Sehens bewirken, heißen für ſich leuchtende Körper, wie die Sonne, die Fixſterne, die Feuerflamme u. d. g. Von dieſen unterſcheidet man die für ſich nicht leuchtenden Körper, welche an und für ſich kein Licht in unſer Auge ſenden können, ſondern von den leuchtenden Körpern erſt Licht empfangen oder davon erleuchtet werden, daher nennt man auch dieſe erleuchtete oder erhellte Körper.

§. 468.

Vermöge der Erfahrung können wir einen für ſich leuchtenden oder auch anders woher erleuchteten Kör-

Körper nur alsdenn ſehen, wenn von allen Punkten deſſelben gerade Linien in unſer Auge gezogen werden können. Sobald aber nur eine von dieſen geraden Linien von einem andern für ſich nicht leuchtenden Körper, welcher zwiſchen dem leuchtenden Körper und dem Auge iſt gebracht worden, unterbrochen wird, ſo können wir den Körper wenigſtens an dieſer Stelle nicht ſehen. Jedoch giebt es auch für ſich nicht leuchtende Körper, welche dieſes im letzten Falle nicht verhindern, ſondern wir ſind immer noch vermögend, die leuchtenden Körper durch ſie zu erkennen. Daher kommt der Unterſchied von den durchſichtigen und undurchſichtigen Körpern; jene laſſen nemlich das Licht durchſcheinen, dieſe aber nicht.

§. 469.

Es bleibt uns alſo ein für ſich leuchtender oder anders woher erleuchteter Körper nur alsdenn ſichtbar, wenn keine von den geraden Linien, welche man von den Punkten des Körpers in unſer Auge ziehen kann, einen undurchſichtigen Körper trift. Uebrigens kann man einen leuchtenden Punkt überall ſehen, das Auge mag in Anſehung deſſelben eine Lage haben, welche es will, wenn nur zwiſchen demſelben und dem Auge kein undurchſichtiger Körper ſich befindet. Hieraus folgt, daß ſich das Licht von dem leuchtenden Körper ſowohl als von dem erleuchteten in geraden Linien fortpflanzen müſſe und zwar nach allen Seiten hin. Derjenige Lichtſtoff, welcher von einem leuchtenden Punkte in einerley geraden Linie fortgehet, heißt ein Lichtſtrahl. Weil wir nun die leuchtenden oder erleuchteten Körper durch durchſichtige Körper ſehen können, ſo müſſen die von den Punkten jener Körper ausſtrömenden Lichtſtrahlen durch dieſe hindurchgehen, und ſo unſer Auge rühren, indem wir ſonſt die leuchtenden Körper durch ſie nicht wahrnehmen könnten.

§. 470.

Der Lichtſtoff iſt eine ſtrahlende, überaus elaſtiſche flüſſige feine Materie, wie der Wärmeſtoff, und wenn zwey oder mehrere Lichtflammen Lichtſtrahlen ausſenden, ſo hält kein Strahl den andern in der Bewegung auf, und wenn ſie einander unzähligemal durchkreuzten. Es folgt aber daraus gewiß nicht, daß der Lichtſtoff eine diskrete Flüſſigkeit ſeyn müſſe, deren Theile durch große Zwiſchenräume von einander abgeſondert wären. Denn es läßt ſich nach dieſer Vorſtellung gar nicht gedenken, daß die Zwiſchenräume beſtändig eine ſolche Lage haben ſollten, daß ein Lichtſtrahl ungehindert durch ſie gehen könne; vielmehr iſt es auch hier höchſt wahrſcheinlich, daß der Lichtſtoff eine zuſammenhängende flüſſige Materie iſt, deren Strahlen einander durchdringen. Auch iſt der Lichtſtoff den Geſetzen der Schwere unterworfen, aber ſo unmerkbar, daß er als imponderabel zu betrachten iſt.

§. 471.

Die Geſchwindigkeit, womit das Licht aus einem leuchtenden Punkte ausſtrahlet, iſt ſo groß, daß wir die Zeit, welche es braucht, um einen zu überſehenden Raum auf unſerer Erde zurückzulegen, nicht mehr beſtimmen können. Die Aſtronomie aber zeiget Mittel, die Größe des Weges zu finden, welchen das Licht in einer gewiſſen Zeit durchläuft. Nach den neueſten Beobachtungen legt das Licht binnen 8 Minuten $7\frac{1}{2}$ Sekunde einen Weg zurück, welcher 23984 Halbmeſſer der Erde, oder der mittleren Entfernung der Sonne von der Erde gleich iſt; folglich iſt die Geſchwindigkeit des Lichtes in einer Minute = $23984 \cdot \frac{975}{120} = 2952$ Halbmeſſer der Erde. Nun iſt die Peripherie der Erdbahn $= 2 \cdot 3{,}1416 \cdot 23984 =$ 150696 Erdhalbmeſſer, und dieſe durchläuft die Erde

binnen

binnen 365 Tagen 5 Stunden 48 Minuten = 525948 Minuten, folglich iſt die Geſchwindigkeit der Erde in einer Minute $= \frac{150696}{525948} = 0{,}2865$ ihres Halbmeſſers, und die Geſchwindigkeit des Lichtes $= \frac{2953}{0{,}2865} = 10310$ mal größer. M. ſ. Gehlers phyſikaliſches Wörterbuch Th. II. S. 887. u. f. Meine Anfangsgründe der optiſchen und aſtronom. Wiſſenſchaften S. 420. §. 279. der Aſtron.

§. 472.

Wegen der ſo wichtigen Lehre vom Lichte in der Phyſik muß ich, ehe noch weitere Unterſuchungen angeſtellet werden, die vorzüglichen Theorien mit beybringen:

1. Schon in den älteſten Zeiten war die Meynung herrſchend, daß das Licht eine eigene materielle Subſtanz ſey, welche aus den hellen Gegenſtänden in die Augen ausflöſſe, und welche die Bilder derſelben mit ſich führte. So betrachteten das Licht Demokrit, Epikur u. andere. Empedokles, Hipparchus u. andere nahmen ebenfalls das Licht als ein materielles ſelbſtbeſtändiges Weſen an, welches aber theils aus den Gegenſtänden und theils aus den Augen ausflöſſe, ſo daß beyde Ausflüſſe einander auf dem Wege begegneten. Ueberhaupt alle Erklärungen des Sehens, welche ſie machten, zeigen hinlänglich, daß ſie noch keine richtige Kenntniſſe von der Erſcheinung des Lichtes hatten. Erſt Newton brachte die Lehre, nach welcher das Licht als eine eigene materielle Subſtanz gehalten wird, auf ein großes Anſehen, und iſt unter dem Namen Emanationsſyſtem bekannt. Dieſes Syſtem hat noch nie widerlegt werden können, und hat durch neuere Unterſuchungen noch mehrere Gründe für ſich, daher auch die meiſten und größten Naturforſcher ſelbiges mit allem Beyfall angenommen haben. Alle Gründe, welche man dagegen anführet, können leicht widerlegt werden.

2. Descartes (princip. philoſ. pa. III. §. 55. 63. 64. Dioptrica Cap. I. §. 3. 4. ſq.) war der Meynung, daß die Theile der leuchtenden Körper beſtändig in Bewegung wären; durch dieſe würden die Kügelchen ſeines zweyten Elements geſtoßen, und dieſer Stoß pflanzte ſich durch alle geradlinichte Reihen dieſer Kügelchen in einem Augenblicke fort. Dieſer Hypotheſe aber ſteht entgegen, daß a) eine ſolche Reihe von Kügelchen bey einer jeden noch ſo geringen Bewegung aus ihrer Lage gebracht werden müſſe, b) daß vermöge der Erfahrung das Licht ſich nicht in einem Augenblicke, ſondern allmählich fortpflanzt, c) daß daraus folgen müſſe, daß gar keine Finſterniß ſeyn würde, weil ſich der Stoß der Kügelchen des zweyten Elementes nach allen Richtungen fortpflanzen müßte, und d) daß das Daſeyn der Kügelchen nicht erwieſen, ſondern nur willkührlich angenommen iſt. Dieſe Meynung ſuchte Huygens (traité de la lumière, Leide 1690.) dadurch zu verbeſſern, daß er die Materie, welche er Aether nennt, und deren Theile durch den Stoß die Empfindung des Lichtes verurſachten, elaſtiſch betrachtet. Die Fortpflanzung des Lichtes erklärte er durch wellenförmige Bewegung, welche ein jedes von dem leuchtenden Körper bewegte Theilchen verurſache. Dieſer Huygenſchen Hypotheſe verſchaffte endlich Euler (nova theoria lucis et calorum in ſeinen opuſcul. varii argumenti und in ſeinen Briefen an eine deutſche Prinzeſſin, aus dem Franzöſ. mit Anmerk. und Zuſätzen und neuen Briefen vermehrt von Friedrich Kries III Bände, Leipz. 1792 — 1794. 8.) durch ſeine ſcharfſinnige und fruchtbare Anwendung ein großes Anſehen. Er nimmt eine höchſt feine im ganzen Weltraum ausgebreitete Materie an, welche er Aether nennt, und welche er auch für die Urſache der Schwere betrachtet. Dieſer Aether ſoll nach ſeiner Berechnung 38736100 mal dünner als die Luft, und ſeine Elaſticität 1278 mal größer als die der Luft ſeyn. Nach ihm ſollen nun die Theile der Oberfläche der leuchtenden Körper in einer zitternden Bewegung ſeyn, welche ſie dem angränzenden Aether eben dieſe Bewegung mittheilen. Dieſe wellenförmige Bewegung ſoll ſich nun durch den Aether nach allen Seiten hin fortpflanzen, wodurch die Lichtſtrahlen bewirket würden. Durchſichtige Körper ſind nach dieſer Theorie diejenigen, deren mate-

materielle Theile die ſchwingende Bewegung ſelbſt fortpflanzen; undurchſichtige aber diejenigen, deren Theile in Schwingungen verſetzt werden, und dadurch dem Aether wieder neue zitternde Bewegung ertheilen. Die Gründe, welche Euler zur Behauptung ſeiner Hypotheſe anführet, und damit zugleich das Newtoniſche Emanationsſyſtem beſtreitet, ſind folgende:

a. wenn das Licht eine eigene materielle Subſtanz wäre, ſo müßte die Sonne durch das unaufhörliche Ausſtrömen einer Materie aus allen ihren Punkten und nach allen Seiten längſt erſchöpft ſeyn.

b. Müßte eine ſolche materielle Subſtanz, welche den ganzen Himmelsraum einnimmt und mit einer ſo großen Geſchwindigkeit beweget wird, die Planeten in ihrem Laufe ſtören.

c. Müßten ſich die unzählbaren Lichtſtrahlen, welche ſich nach allen Richtungen durchkreuzten, einander ſtoßen, ſich in ihren Bewegungen aufhalten, oder einer des andern Richtung ändern.

d. Könnten materielle Strahlen die durchſichtigen Körper nicht anders, als in geradlinichten Gängen durchdringen. Dächte man ſich aber ſolche Gänge in einem Körper an allen Orten und nach allen Richtungen, ſo bliebe kein Ort übrig, in welchen man die undurchdringliche Materie deſſelben ſtellen kann. Ein ſolcher Bau würde den durchſichtigen Körpern alle Materie, oder wenigſtens allen Zuſammenhang benehmen.

Wie ſchön und natürlich laſſen ſich alle dieſe Einwürfe heben, wenn man den Lichtſtoff als eine zuſammenhängende flüſſige Materie annimmt, welche die durchſichtigen Körper durchdringt.

a. In Anſehung dieſes Einwurfs läßt ſich gar kein Schluß aus der ſubjektiven Unbegreiflichkeit auf die objektive Unmöglichkeit machen; kann denn nicht das Licht durch eine uns unbekannte Operation wieder zu ihrer Urquelle zurückkehren, und von da wieder frey ausſtrömen?

b. Wenn dieſer Einwurf nur irgend einen Grund hätte, ſo würde er eben ſowohl bey dem Aether, wie bey dem materiellen Lichte ſtatt finden, indem ja

eben

ebenfalls der Aether als eine im ganzen Weltraume verbreitete flüſſige Materie angenommen wird.

c. Weil ſich alle Lichtſtrahlen ungehindert durchdringen können, ſo fällt auch dieſer Grund weg.

d. Da endlich auch die Lichtſtrahlen die durchſichtigen Körper durchdringen, mithin frey durchgehen können, ſo findet auch dieſer Einwurf nicht ſtatt.

Auſſerdem läßt ſich noch der Euleriſchen Theorie vom Aether entgegenſetzen:

a. daß der Aether blos eine angenommene Materie iſt, deren objektive Realität nicht erwieſen werden kann.

b. Daß der Aether mit den Carteſiſchen Kügelchen gewiſſermaßen einerley Wirkung hervorbringen müſſe.

Zu mehrerer Begründung des Emanationsſyſtems kommt noch hinzu, daß die Pflanzen zu ihrem Gedeihen nothwendig Licht erfordern, daß die meiſten Körper die Fähigkeit beſitzen, Licht bey ihrem Verbrennen zu entwickeln, und daß ſelbſt zur Bildung der verſchiedenen Luſtarten Licht nöthig iſt.

Den ganzen Streit hiervon findet man kurz dargeſtellt in Gehlers phyſikaliſch. Wörterbuch. Th. II. S. 890. ff. und Theil V. S. 547. ff.

§. 473.

Wenn ein Theil von dem Lichte, welches ein ſtrahlender Punkt umher verbreitet, mit einer Ebene aufgefangen wird, ſo iſt der Raum, welchen dieſer Theil vom Lichte ausfüllt, eine Pyramide oder ein Kegel, nachdem die Ebene, welche das Licht auffängt, geradlinicht oder kreisförmig iſt. Man nennt daher auch eine ſolche Pyramide oder einen ſolchen Kegel eine Strahlenpyramide, oder einen Strahlenkegel. Weil der Stern im Auge ein Kreis iſt, ſo müſſen von allen ſichtbaren Punkten eines Gegenſtandes Strahlenkegel ins Auge fallen, deren Grundflächen dem Kreiſe des Sterns gleich ſind, und deren Axen durch den Mittelpunkt deſſelben gehen.

§. 474.

§. 474.

Weil die Stärke des Lichtes von der Menge der materiellen Lichttheilchen abhängt, welche auf einen Gegenſtand fallen, ſo ſieht man leicht, daß in größern Entfernungen das Licht von dem ſtrahlenden Punkte in der Wirkung immer geringer werden müſſe, und daß überhaupt nach mathematiſchen Beweiſen die Stärke des Lichtes ſich verhalten müſſe umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung vom ſtrahlenden Punkte. Wäre z. B. die Entfernung noch einmal ſo groß, ſo wird die Stärke des Lichtes viermal geringer, als in der einfachen Entfernung.

§. 475.

Diejenigen Lichtſtrahlen, welche ſich von einem leuchtenden Punkte umherbreiten, entfernen ſich weiter von einander, und heißen **aus einander fahrend** oder **divergirend** (radii divergentes). Es können aber auch Lichtſtrahlen von einem leuchtenden Gegenſtande in einem Punkte zuſammenkommen, wie z. B. wenn von zweyen verſchiedenen leuchtenden Punkten Strahlen im Mittelpunkte des Sterns im Auge gehen; dieſe Strahlen nennt man **convergirend** (radii convergentes). Fängt man die divergirenden Strahlen mit einer ebenen Fläche auf, ſo muß der Winkel, welchen die beyden äuſſerſten an entgegengeſetzten Punkten des Umfangs der Fläche liegenden Strahlen einſchließen, deſto kleiner werden, je weiter dieſe Ebene von dem ſtrahlenden Punkte entfernet iſt. Bey einer unendlich großen Entfernung wird alſo dieſer Winkel unendlich klein, mithin die auf der ebenen Fläche auffallenden Strahlen als parallel zu betrachten ſeyn: daher ſcheinen ſie einen **Strahlencylinder** zu bilden. Wäre z. B. a (Fig. 65.) ein leuchtender Punkt, bc eine Kreisfläche, und ab und ac die äuſſerſten an entgegengeſetzten Punkten der Peripherie auffallenden

divergirenden Strahlen, ſo muß der Winkel bac unendlich klein ſeyn, wenn die Kreisfläche von dem ſtrahlenden Punkte unendlich weit entfernet iſt, folglich wird abc als ein Strahlencylinder erſcheinen.

§. 476.

Wenn im leeren Raume das Licht in einem Strahlencylinder fortſtrahlte, ſo würde auch die Stärke des Lichtes gar nicht vermindert werden. Allein, ſobald die Lichtſtrahlen durch durchſichtige Körper hindurchgehen, ſo verurſachet die zurückſtoßende Kraft dieſes Körpers ſowohl als auch die Cohäſion der Theile mit den Lufttheilchen, theils aber auch die Zurückſtrahlung eine Verminderung. Verſuche hiervon findet man in *Bouguer* traité d'optique ſur la gradation de lumière à Paris 1760. 4. *Lamberti* phatometria. Aug. Vindel. 1760. 8. Karſtens Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Th. VIII. Abſchn. XXIV. ff.

§. 477.

Diejenige gerade Linie, welche durch den Mittelpunkt des Sternes im Auge gehet, und auf der Ebene deſſelben ſenkrecht iſt, nennt man die Geſichtsaxe. Geſetzt, es ſey ac (Fig. 66.) die Geſichtsaxe und b ein ſtrahlender Punkt auſſerhalb derſelben, ſo nennt man den Winkel cab die ſcheinbare Entfernung des Punktes von der Geſichtsaxe. Wäre dieſe Geſichtsaxe auf die Mitte eines erleuchteten Gegenſtandes gerichtet, deſſen äuſſerſte ſichtbare Punkte d und b in der Ebene, welche durch die Geſichtsaxe geleget worden, liegen, ſo heißt der Winkel bad der Sehewinkel oder der optiſche Winkel oder auch der ſcheinbare Durchmeſſer dieſes Gegenſtandes, unter welchem die Länge oder Breite deſſelben dem Auge in der Ebene erſcheinet. Die Schenkel dieſes optiſchen

Win-

Winkels ſind eigentlich die Axen der von den äuſſerſten Punkten eines erleuchteten Gegenſtandes auf den Stern des Auges fallender Strahlenkegel. Weil nun bey den Unterſuchungen über die Erſcheinungen, welche vom Sehewinkel abhängen, die Strahlen, welche durch den Mittelpunkt des Auges gehen, allein gebrauchet werden, ſo kann man ſich das Auge als einen Punkt vorſtellen, in welchem alle Strahlen eines erleuchteten Gegenſtandes zuſammenkommen.

§. 478.

Wie groß die ſichtbaren Gegenſtände dem Auge erſcheinen, das hängt nicht ſowohl von ihrer Größe ſelbſt, als von ihrer Entfernung vom Auge und daher von der Größe des optiſchen Winkels ab. Sie ſcheinen uns nemlich gleich groß, wenn die Sehewinkel gleich groß ſind, aber ungleich groß, wenn dieſe ungleich groß ſind. Es können alſo einerley Objekte in verſchiedenen Entfernungen vom Auge gleich groß ſcheinen, wenn die Sehewinkel gleich ſind. Iſt der Sehewinkel ſehr klein, ſo entziehen ſich die Gegenſtände dem Auge völlig. Aus vielen angeſtellten Verſuchen nimmt man gewöhnlich an, daß ein Objekt völlig unſichtbar werde, wenn ſein Durchmeſſer etwa 5000mal kleiner als die Entfernung deſſelben vom Auge iſt. Nach dieſer Vorausſetzung findet man durch Rechnung den Sehewinkel ohngefähr eine halbe Minute. Nimmt alſo der optiſche Winkel unter einer Minute ab, ſo wird man die Gegenſtände ſchwerlich mehr ſehen können; jedoch bleiben auch ſehr ſtark glänzende Gegenſtände, wie z. B. die Fixſterne, unter einem noch viel kleinerm Winkel ſichtbar.

§. 479.

Man nehme an, es ſey ac (Fig. 67.) ein Stück auf der Oberfläche unſerer Erde, und ab die Höhe

des Auges über der Erdfläche, ſo wird das Stück a c, welches das Auge b überſehen kann, ohngefähr 5000mal ſo groß als die Höhe des Auges a b ſeyn (§. 478.), wofern die Oberfläche der Erde vollkommen eben iſt. Vermöge einer leichten trigonometriſchen Rechnung findet man den Winkel a b c größer als 89 Grad 59 Minuten. Wäre alſo in c ein Gegenſtand, deſſen Höhe der Höhe des Auges a b gleich iſt, ſo würde dieſer unter einem kleinern Winkel als von einer Minute geſehen werden, folglich völlig unſichtbar ſeyn. Auf eben dieſe Weiſe würde auch eine waagrechte Ebene c d über c hinaus in b nicht mehr geſehen werden können: alle Objekte alſo, welche über c hinausliegen, ſcheinen mit denjenigen, welche in c befindlich ſind, gleichweit entfernet zu ſeyn. Es wird demnach das ganze Stück der Ebene, welches das Auge in b ringsherum überſehen kann, einen Kreis vorſtellen, deſſen Halbmeſſer = a c, und welcher der **Horizont** oder **Geſichtskreis** iſt.

§. 480.

Befinden wir uns auf einer weit ausgebreiteten Ebene, ſo ſind wir gewohnt, eine jede gerade Linie a d mit einer durchs Auge parallel laufenden Linie b h zu vergleichen. Daher ſcheint ſich die Ebene immer mehr zu heben, je weiter ſie vom Auge entfernet iſt. Denn es ſcheinen die Entfernungen e f, c g u. ſ. beyder Linien a d und b h von einander immer kleiner zu werden, weil die optiſchen Winkel e b f, c b g u. ſ. immer kleiner werden. Wäre a b waagrecht und a d vertikal, ſo würden aus eben dem Grunde die Entfernungen der vertikalen Linie a d von der Geſichtslinie b h abzunehmen ſcheinen, und dies iſt der Grund, warum hohe Gebäude überzuhängen ſcheinen. Eben ſo ſcheinen auch die Seitenlinien einer Allee von Bäumen, wenn man ſich in der Mitte des Eingangs befindet,

findet, deſto mehr zuſammenlaufen, je länger die Allee iſt. Wäre die Länge 5000mal größer als ihre Breite, ſo würde ſie am Ende ganz geſchloſſen zu ſeyn ſcheinen.

§. 481.

Wenn eine lange Reihe von ſichtbaren Gegenſtänden a, b, c, d u. ſ. (Fig. 68.) auſſer der Gränze des Geſichtskreiſes befindlich ſind, ſo ſcheinen ſie alle in der äuſſerſten Gränze dieſes Kreiſes gleichweit entfernet zu ſeyn, nemlich in g, h, i, k u. ſ. Dies iſt auch der Grund, warum uns zur Nachtzeit die Sterne am Himmel an der innern hohlen Fläche einer Halbkugel angeheftet zu ſeyn ſcheinen, deſſen Mittelpunkt unſer Auge iſt, obgleich ſelbige von unſerm Auge vielleicht ungleichweit entfernet ſeyn können.

§. 482.

Wenn die beyden erleuchteten Punkte a und b (Fig. 69.) mit dem Auge c in gerader Linie liegen, ſo kann das Auge den Punkt b nicht ſehen, wenn a undurchſichtig iſt: bewegt ſich aber das Auge c in der geraden Linie c d von c nach o, ſo wird alsdenn auch der Punkt b wieder ſichtbar. Man nehme an, die beyden Punkte a und b wären in relativer Ruhe geweſen, und das Auge allein hätte ſich in der geraden Linie c d von c nach o fortbeweget, ſo würde es demungeachtet ſcheinen, als wenn beyde Punkte ſich von einander entfernet hätten. Der Punkt a ſcheint ſich nemlich nach einer Richtung fortzubewegen, welcher der Richtung des Auges entgegengeſetzet iſt, der Punkt b aber nach eben der Richtung, in welcher das Auge ſich fortbeweget. Iſt nun d ein Objekt im Geſichtskreiſe, ſo hat auch die Linie c d eine beſtimmte Lage, und die beyden Punkte a und b werden, im Falle das Auge in c ſich befindet, von dem Gegenſtande d ſcheinbar gleichweit entfernet ſeyn, weil der optiſche Win-

Winkel acd = bcd; iſt aber das Auge nach o fortgerückt, ſo ſind die ſcheinbaren Entfernungen der Punkte a und b von dem Gegenſtande d ungleich groß, weil die optiſchen Winkel aod und bod ungleich groß ſind. In dieſem letztern Falle wird nun auch die ſcheinbare Entfernung des Punktes a von dem Punkte b durch den optiſchen Winkel aob beſtimmt.

§. 483.

Es ſey a (Fig. 70.) ein ſichtbarer Punkt in einer Ebene, in welcher ſich das Auge c und das im Horizont ſichtbare Objekt d befindet; dieſer bewege ſich von a nach f entweder in einer geraden oder einer krummen Linie, ſo wird dieſe Bewegung dem Auge nur alsdenn bemerklich, wenn der optiſche Winkel dca eine Aenderung leidet. Stellt man ſich vor, daß die Geſichtslinie ca ſich zugleich um den Punkt c drehe, wenn der Punkt a in ſeiner Bewegung fortgehet, ſo wird das Auge aus der Geſchwindigkeit des Winkels dcf die Geſchwindigkeit der Bewegung des Punktes f bemerken. Geſetzt nun, der Punkt a habe in einer Sekunde den Winkel acf zurückgelegt, ſo heißt alsdenn derſelbe die optiſche Geſchwindigkeit für den Punkt a. Wenn b noch ein anderer Punkt iſt, welcher in eben derſelben Ebene, in welcher der Punkt a liegt, befindlich iſt, und in eben der Zeit den Weg be zurückeleget, in welcher der Punkt a den Weg af zurückleget, ſo wird auch hier das Auge von der Bewegung des Punktes b nur in ſo fern urtheilen können, in wie fern der Winkel dcb ſich ändert. Was übrigens die relative Bewegung beyder Punkte b und a betrifft, ſo wird ſelbige allein aus der Aenderung des Winkels ecf, welchen die Geſichtslinien ec und fc einſchließen, bemerklich; der Punkt e ſcheint ſich

ſich nemlich dem Punkte f zu nähern, wenn der Winkel ecf immer kleiner wird, ſich aber davon zu entfernen, wenn er immer größer wird.

§. 484.

Wenn ein leuchtender Punkt ſein Licht auf einen undurchſichtigen Körper wirft, ſo iſt zwar ſelbiges allemal in einem pyramiden- oder kegelförmigen Raum enthalten, aber in denjenigen Raum, welcher zu dieſer Pyramide gehöret, wenn ſie auf der andern Seite des Körpers erweitert wird, kann kein Licht kommen. Der Mangel am Lichte an ſolchen Stellen heißt der Schatten. Kürze halber nennt man auch wohl den unerleuchteten Raum ſelbſt den Schatten, welchen man ſich als einen geometriſchen Körper vorſtellet, deſſen Figur von der Figur des Körpers abhängt, welcher den Schatten wirft.

§. 485.

Wenn ef (Fig. 71.) ein undurchſichtiger Körper, und a, b, c, d leuchtende Punkte, ſo viel man will, ſind, ſo fallen auf dieſen Körper die Strahlenpyramiden afe, bfe, cfe, dfe. Es folgt alſo hieraus, daß der dunkle Körper mehr als einen Schatten werfen müſſe, nemlich ſo viele als ſtrahlende Punkte vorhanden ſind, welche die Spitzen der auf den Körper auffallenden Lichtpyramiden abgeben. Weil nun auf einem leuchtenden Körper unzählig viele leuchtende Punkte gedacht werden können, wovon ein großer Theil auf einen dunkeln Körper Licht wirft, ſo muß auch der dunkle Körper ſo viel Schatten werfen, als ſtrahlende Punkte von dem leuchtenden Körper auf ihn fallen. Der Raum flke, worin gar kein Licht fällt, wird der volle Schatten oder Kernſchatten genennt; derjenige aber, welcher noch zum Theil erleuchtet iſt, der Halbſchatten. Iſt von dem Schatten

eines Körpers ſchlechthin die Rede, ſo verſteht man darunter gewöhnlich den Kernſchatten.

§. 486.

Wenn auf einer waagrechten Ebene ein Körper ſenkrecht ſteht, ſo nennt man alsdenn den Schatten, welchen der Körper auf die waagrechte Ebene wirft, den geraden Schatten. Wenn aber die Ebene vertikal ſtehet, und ein Körper befindet ſich auf dieſer Ebene ſenkrecht, ſo heißt alsdenn der Schatten, welchen dieſer Körper auf der vertikalen Ebene wirft, der verkehrte Schatten. Bey Beſtimmung des geraden und verkehrten Schattens kommt es auf weiter nichts als auf deſſelben Länge an; man kann alſo einen ſolchen Schatten, mithin den Körper ſelbſt, welcher den Schatten wirft, als gerade Linien betrachten. Es ſey ab (Fig. 72.) ein auf der waagrechten Ebene fe eingeſteckter Stab, ſo würde, wenn die Sonne ein einziger leuchtender Punkt g wäre, die Länge des geraden Schattens, welchen der Stab ab wirft, die Linie bc ſeyn; weil aber die Sonne eine beträchtliche ſcheinbare Größe hat, ſo verliert ſich allemal dieſer Schatten in einen Halbſchatten. Sind nemlich hd und ie ein Paar Strahlen, welche von dem äuſſerſten Rande der Sonnenſcheibe auf die waagrechte Linie fe fallen, ſo wird nun der eigentliche gerade Kernſchatten die Linie bd und der Halbſchatten die Linie de ſeyn. Auf eben dieſe Weiſe wird bd (Fig. 73.) der verkehrte Kernſchatten, und de der Halbſchatten ſeyn, wenn der Stift ba in der vertikalen Linie be befeſtiget wäre. Der Winkel acb (Fig. 72.), welcher entſtehet, wenn der Strahl gc vom Mittelpunkte der Sonne die waagrechte Linie fe trifft, iſt die ſcheinbare Entfernung der waagrechten Linie fe von der Sonne, welcher auch die Höhe der Sonne über den Horizont genennet wird. In dem rechtwinklichten

Drey-

Dreyecke a b c hat man nun vermöge der Trigonometrie ab : bc = ſin. acb : coſin. acb. d. h. die Höhe des leuchtenden Gegenſtandes verhält ſich zur Länge des vom mittleren Sonnenſtrahle bewirkten Schattens wie der Sinus der Höhe der Sonne über dem Horizont zu dem Coſinus dieſer Höhe. Beträgt alſo die Höhe der Sonne über den Horizont = 45 Grade, ſo wird die Länge des geraden Schattens gerade ſo groß, als die ſenkrechte Höhe des Objektes ſeyn. In den mehrſten Fällen läßt ſich auch die Länge b c, welche man die mittlere Länge des Schattens nennen kann, für die Länge des Kernſchattens ſelbſt annehmen, weil man gemeiniglich die Gränze des vollen Schattens nicht wahrnehmen kann.

§. 487.

Wäre das leuchtende Objekt eine Kugel, ſo wie der undurchſichtige Körper ebenfalls eine Kugel, ſo kommt es nun darauf an, ob die leuchtende Kugel größer oder kleiner als die undurchſichtige Kugel iſt. Im erſten Falle wird der Kernſchatten allemal in einer Spitze zuſammenlaufen, und einen vollkommnen Kegel bilden, im andern Falle wird aber der Kernſchatten ſich immer mehr erweitern, und einen unendlich großen abgeſtumpften Kegel bilden. Fängt man einen ſolchen körperlichen Schatten mit einer Ebene auf, ſo liegt die Durchſchnittsfigur im Schatten, und man nennt dieſe die Projektion des Schattens auf der Ebene, auch wohl den Schlagſchatten. Wäre S (Fig. 74.) die Sonne und T unſere Erde, ſo würde nun der Kernſchatten der Erde der gerade Kegel f d g, der Halbſchatten aber der unendlich große abgekürzte Kegel f o k g ſeyn. Schneidet nun eine Ebene den Schattenkegel auf der Axe e d in m ſenkrecht, ſo iſt die Projektion des Kernſchattens ſowohl als des Halb-

ſchattens ein Kreis, wozu die Halbmeſſer mn und mo gehören. Weiß man die Entfernung des Mittelpunktes der Sonne von dem Mittelpunkte unſerer Erde nebſt dem Halbmeſſer ca der Sonne und dem Halbmeſſer ef der Erde, ſo läßt ſich die Länge des Kernſchattens ed finden. Weil nemlich ca und ef auf den Sonnenſtrahl ad ſenkrecht, mithin unter ſich parallel ſind, ſo iſt das Dreyeck def dem Dreyecke cad ähnlich, und man hat nach geometriſchen Gründen $ca : ef = cd : ed$ und daher $ca - ef : ef = cd - ed : ed$ oder $ca - ef : ef = ce : ed$, folglich $ed = \frac{ef \cdot ce}{ca - ef}$ d. h. die Länge des Kernſchattenkegels unſerer Erde findet man, wenn man den Halbmeſſer der Erde mit der Entfernung des Mittelpunktes der Erde von dem Mittelpunkte der Sonne multipliciret, und dieſes Produkt durch die Differenz des Halbmeſſers der Sonne und des Halbmeſſers der Erde dividiret. Befände ſich ein Auge in o, ſo kann ſelbiges noch die ganze Sonnenſcheibe überſehen, indem von ſelbiger noch alles Licht ins Auge geſendet wird; kommt es aber dem Kernſchatten in n immer näher, ſo wird es auch beſtändig von einem kleinern Theile der Sonnenſcheibe Licht empfangen, folglich der Halbſchatten gegen den Kernſchatten zu immer dunkler werden, und zuletzt ſich im Kernſchatten verlieren. Hieraus erhellet der Grund, warum bey Mondfinſterniſſen der Mond noch vor der gänzlichen Verdunkelung ſchwächer zu leuchten anfängt. Iſt nemlich orſ ein Theil der Mondesbahn um unſere Erde, ſo wird nun natürlich der Mond, ſobald er in den Raum or tritt, bläſſer oder dunkler, weil er nur von einem Theil der Sonnenſcheibe erleuchtet wird, ſeine Dunkelheit nimmt immer mehr zu, je näher er dem Kernſchatten r kommt. Alles dies wird dem Monde wiederfahren,

ren, wenn er aus dem Kernſchatten in f wieder heraustritt, wo er allmählig in ſeiner Bahn wieder heller wird, bis er zuletzt in k ganz den Halbſchatten verlaſſen hat, wo er alsdenn ſeinen völligen Glanz wieder erhält.

§. 488.

Wenn ein Lichtſtrahl aus der Luft ins Waſſer oder ins Glas oder überhaupt in eine andere durchſichtige Materie, welche mit der Luft nicht einerley Dichtigkeit hat, übergehet, ſo weicht der Strahl da, wo beyde Materien von ungleicher Dichtigkeit aneinander gränzen, von der Lage ab, die er hatte, als er auf eine ſolche Materie auffiel. Und eben die Aenderung eines Lichtſtrahls, wenn er aus einer durchſichtigen Materie in eine andere von ungleicher Dichtigkeit übergehet, heißt die **Brechung** (refractio).

§. 489.

Diejenige Fläche, womit zwey durchſichtige Materien von ungleicher Dichtigkeit an einander gränzen, heißt hier die **brechende Fläche**, und die gerade Linie, welche auf ſelbiger in dem Punkte wo der Lichtſtrahl auffällt, ſenkrecht iſt, das **Einfallsloth** oder **Neigungsloth** (cathetus incidentiae). Man nennt ferner den Winkel, welchen das Einfallsloth mit dem einfallenden Strahl macht, den **Neigungswinkel** (angulus incidentiae), den Winkel des gebrochenen Strahls aber mit dem Einfallsloth den **gebrochenen Winkel** (angulus refractus), und denjenigen, welchen der einfallende und gebrochene Strahl einſchließen, den **Brechungswinkel** (angulus refractionis).

§. 490.

Die Erfahrung lehret in Anſehung der Brechung des Lichtes das allgemeine Geſetz: daß der gebrochene Win-

Winkel allemal kleiner als der Neigungswinkel iſt, wenn der Strahl aus einer dünnern Materie in eine dichtere übergehet, und umgekehrt. Auch liegen der einfallende Strahl mit dem gebrochenen und dem Einfallslot in einerley Ebene. Oft angeſtellte Verſuche haben ferner gelehret, daß das Verhältniß des Sinus des Neigungswinkels zum Sinus des gebrochenen Winkels einerley iſt, wenn die brechende Materie dieſelbe bleibt, der Neigungswinkel mag größer oder kleiner werden. Ein ſolches Verhältniß nennt man ein **Brechungsverhältniß** oder das **Verhältniß der Refraktion.** Dieſes Brechungsverhältniß bleibt bey einerley brechenden Materie beſtändig einerley, bey verſchiedener aber verſchieden. Wenn der Lichtſtrahl aus einer dichtern Materie, als die Luft iſt, in die Luft übergehet, ſo findet man das Brechungsverhältniß in umgekehrter Ordnung eben ſo groß, als wenn der Lichtſtrahl aus der Luft in die dichtere Materie fällt. Wäre nemlich ab (Fig. 75.) ein Stück Glas, und cd der ſchiefe einfallende Strahl, ſo iſt fe das Einfallsloth, cde der Neigungswinkel und fdg der gebrochene Winkel. Vermöge der Erfahrung iſt nun dieſer Winkel fdg kleiner als der Neigungswinkel cde, und das Verhältniß des Sinus des Neigungswinkels zu dem Sinus des gebrochenen Winkels bleibt beſtändig einerley, der Neigungswinkel cde mag ſo groß als man will ſeyn. Es folgt hieraus, daß der gebrochene Winkel fdg deſto kleiner werden müſſe, je kleiner der Neigungswinkel cde iſt. Verſchwindet endlich der Neigungswinkel cde, ſo verſchwindet auch der gebrochene fdg d. h. der ſenkrecht auffallende Strahl geht ungebrochen durch. Geht endlich der gebrochene Strahl bey g wieder in die Luft über, ſo folgt ebenfalls aus der Erfahrung, daß der Strahl gh wieder mit dem einfallenden cd parallel iſt.

§. 491.

§. 491.

Will man von dieſen Erfahrungen in Anſehung des gebrochenen Lichtes auf die davon abhängenden Erſcheinungen in der Natur Anwendungen machen, ſo muß das Brechungsverhältniß bekannt ſeyn, oder es muß das Verhältniß des Sinus des Neigungswinkels c d e zum Sinus des gebrochenen Winkels f d g bekannt ſeyn. Wenn der Lichtſtrahl aus der Luft in Glas übergehet, ſo iſt das Brechungsverhältniß = 3 : 2, geht er aber aus der Luft in Waſſer, ſo iſt das Brechungsverhältniß = 4 : 3.

Anmerk. Von der Urſache der Brechung des Lichtes in der Materie der verſchiedenen durchſichtigen Körper, hat man verſchiedene Meynungen gehabt, welche kurz in **Gehlers** phyſikal. Wörterb. Th. I. S. 418. u. f. aufgezeichnet ſind. Unter allen dieſen findet ohne Zweifel die des **Newton** ſeine den größten Beyfall. Er ſetzt nemlich den Grund der Brechung des Lichtes in den durchſichtigen Körpern ganz allein in die Kraft der Cohäſion der Materie der durchſichtigen Körper mit dem Lichtſtoffe. Ich erkläre mir dieſe Wirkung auf folgende Art: der auf das Glas a b ſchief auffallende Lichtſtrahl c d hat eine bewegende Kraft, in dieſer Richtung durch das Glas hindurchzugehen, ſobald er aber in d in die Brechungsebene kommt, ſo wirken auf ſelbigen zwey Cohäſionskräfte zugleich, nemlich die der Luft und die des Glaſes oder irgend einer andern Materie, welche auf der brechenden Ebene in dem Einfallspunkte ſenkrecht wirken, und zwar die der Luft nach der Richtung d e, und die des Glaſes nach der entgegengeſetzten Richtung d f. Nun kommt es darauf an, welche Cohäſionskraft am wirkſamſten iſt; wäre die des Glaſes am wirkſamſten, wie auch die

die Erfahrung lehret, ſo wird die Cohäſions-kraft der Luft von der des Glaſes gänzlich zernichtet, und es bleibt noch ein kleiner Ueberſchuß von der Cohäſionskraft des Glaſes nach der Richtung df übrig; folglich wird nun der Lichtſtrahl cd von zweyen Kräften, nemlich von der einen nach der Richtung df, und von der andern nach der Richtung dm getrieben, er muß alſo in der mittleren Richtung dg ſich hinbewegen. Iſt er nun in g angekommen, ſo wirken abermals zwey Cohäſionskräfte nach den entgegengeſetzten Richtungen gi und gk auf denſelben; da nun die nach der Richtung gi ſtärker als die nach der Richtung gk, ſo wird dieſe wiederum ganz zernichtet und der Strahl, welcher vermöge ſeiner bewegenden Kraft nach der Richtung gl fortzugehen ſich beſtrebet, wird folglich abermal von zweyen Kräften nach den Richtungen gi und gl angetrieben, daher muß er die mittlere Richtung mh durchlaufen. Ob es nun gleich wahrſcheinlich iſt, daß der Strahl in der dichtern Materie des Glaſes von ſeiner bewegenden Kraft einen Theil verlieret, ſo iſt dieſer Verluſt doch ſo geringe wegen der unendlich großen Geſchwindigkeit des Lichtes, daß er gar nicht bemerkt werden kann, und wegen der gleichen Umſtände, in welchen ſich der Lichtſtrahl in d befand, muß er in k eine Lage erhalten, welche der des einfallenden Strahls parallel iſt. Fällt der Lichtſtrahl auf die brechende Ebene ſenkrecht auf, ſo fällt nun die bewegende Kraft des Strahls mit der Cohäſionskraft in eine gerade Linie, nemlich in die Verlängerung der Richtung des auffallenden Strahls, folglich muß er auch in dieſer fortgehen, und ungebrochen ſich fortbewegen. Hieraus läßt ſich nun, wie ich glaube, ungemein

mein leicht einſehen, daß das Verhältniß des Sinus des Einfallswinkels zum Sinus des gebrochenen Winkels in einerley brechenden Materie beſtändig gleich ſeyn müſſe, der Einfallswinkel mag eine Aenderung wie man will, leiden. Ferner läßt ſich noch daraus begreifen, daß, wenn die Lichtſtrahlen aus einer dünnern Materie in eine dichtere ſo ſchief übergehen, daß der Brechungsſinus größer als der ganze Sinus würde (welches unmöglich iſt), ſich die Brechung in eine Zurückſtrahlung verwandelt. Denn in dieſem Falle iſt die Cohäſionskraft des Glaſes gegen die bewegende Kraft des Strahls unendlich klein, und kann ſich daher nicht wirkſam erweiſen.

§. 492.

Wenn verſchiedene mit einander parallele Strahlen auf ebene Flächen eines durchſichtigen Körpers fallen, ſo ſind auch die gebrochenen Strahlen unter ſich parallel, ſie mögen entweder aus einer dünnern Materie in eine dichtere oder umgekehrt aus einer dichtern in eine dünnere übergehen. Kommen aber die Strahlen aus einer dünnern Materie in eine dichtere von ebener Fläche, und ſind unter einander nicht parallel, ſo werden die einfallenden divergirenden in ihrer Divergenz, und die einfallenden convergirenden Strahlen in ihrer Convergenz vermindert; gehen im Gegentheil die divergirenden und convergirenden Strahlen aus einer dichtern Materie in eine dünnere von ebener Fläche über, ſo werden die gebrochenen Strahlen noch mehr divergirend und convergirend.

§. 493.

Es ſey ghik (Fig 76.) eine dichtere Materie, als die umgebende Luft, und es befinde ſich in der dichtern Materie irgend ein Körper e, ſo wird der von ihm

ihm ausfahrende Lichtſtrahl e b in der brechenden Ebene in b in die Lage b a gebrochen: ein Auge alſo, welches in a ſich befindet, und dieſen gebrochenen Strahl auffängt, wird den Körper e, in der verlängerten Geſichtslinie a f in f ſehen, folglich wird der Körper e dem Auge höher zu liegen ſcheinen, als es wirklich iſt. Hieraus läßt es ſich erklären, daß ein kleiner Körper, welcher bey einer gewiſſen Stellung des Auges in einem Gefäße nicht geſehen werden kann, alsdenn ſogleich ſichtbar wird, wenn Waſſer in ſelbiges geſchüttet wird. Ueberhaupt laſſen ſich aus der Brechung des Lichtes beym Uebergange der einen Materie in eine andere von geringerer oder größerer Dichtigkeit verſchiedene Phänomene erklären. Es iſt hieraus der Grund herzuleiten, warum der Boden in einem Gefäße, worin Waſſer ſich befindet, ausgehöhlet zu ſeyn, und höher zu liegen ſcheinet, als es in der Wirklichkeit iſt; warum uns ein Stock, welcher ſchief ins Waſſer getaucht wird, zerbrochen vorkömmt; warum die Fiſche näher an der Oberfläche des Waſſers zu ſeyn ſcheinen, als ſie wirklich ſind; warum die Sterne noch vor ihrem wahren Aufgange, und auch nach ihrem Untergange geſehen werden können, warum auch dieſe höher über unſerm Scheitel zu ſtehen ſcheinen, als ſie wirklich ſind.

M. ſ. meine Anfangsgründe der optiſchen und aſtronomiſchen Wiſſenſchaften, Jena 1794. 8. S. 303. §. 118. 119.

§. 494.

Auf die Brechung des Lichtes beruht auch die Vervielfältigung der Bilder eines Objektes, welches durch ein Rautenglas (polyedrum) betrachtet worden. Betrachtet man nemlich einen Gegenſtand durch die ebene Fläche dieſes Glaſes, ſo wird man durch ſelbiges denſelben ſo vielmal ſehen, als auf der

andern

andern Seite des Glaſes Flächen befindlich ſind, welche Licht ins Auge ſenden. Es ſey (Fig. 77.) cd die ebene Seite des Rautenglaſes cfed, o das Auge, a ein ſtrahlender Punkt, ſo wird der Strahl ab auf die Ebene fe ſenkrecht auffallen, und ungebrochen durchs Glas ins Auge o kommen. Der Lichtſtrahl ag, welcher auf die Ebene cf fällt, wird im Glaſe in die Lage gh gebrochen, und beym Uebergehen in die Luft in h ins Auge o kommen, welches nun in der Richtung bm den Punkt a in m ſiehet: auf eben dieſe Weiſe gelanget der Lichtſtrahl ai zuletzt ins Auge o, welches den Punkt a auch in n ſiehet. Noch gehören hieher

1. die dioptriſchen Anamorphoſen d. h. Zeichnungen einzelner Theile, welche durch ein Rautenglas betrachtet, dem Auge als ein Ganzes erſcheinen.
2. Die mancherley Erſcheinungen der Brechung des Lichtes in der Luft, welche an verſchiedenen Stellen ungleich dichte ſind, weil ſelbige verſchiedene Wärme beſitzen. M. ſ. *Büſch* tract. duo optici argumenti. Hamb. 1783.

§. 495.

Aus dem bisher Geſagten von der Strahlenbrechung in Materien von verſchiedenen Dichtigkeiten laſſen ſich die Geſetze der Strahlenbrechung in gekrümmten Flächen herleiten. Hier können blos Unterſuchungen der Strahlenbrechung in ſphäriſchen Flächen angeſtellet werden, welche vorzüglich wegen der ſogenannten optiſchen Werkzeuge von äusserſter Wichtigkeit ſind, indem die andern krummen Flächen durch Hülfe der höhern Mathematik erörtert werden müſſen, und hier ganz unverſtändlich ſeyn würden. Vorzüglich werde ich mich auf Gläſer, welche entweder auf beyden Seiten eine erhabene oder hohle ſphäriſche, oder nur auf der einen eine hohle oder erhabene ſphäriſche Geſtalt haben, einſchränken. Dergleichen

Gläſer nennt man überhaupt Glaslinſen oder Loupen (lentes). Dieſe ſind entweder auf beyden Seiten erhaben, und heißen Convexconvexgläſer; oder auf der einen Seite erhaben und auf der andern eben, und heißen Planconvexgläſer; oder ſie ſind auf beyden Seiten hohl, und heißen Concavconcavgläſer; oder auf der einen Seite hohl und auf der andern eben, und heißen Planconcavgläſer. Beyde letztere Gläſer nennt man auch wohl Hohlgläſer oder Hohllinſen. Noch giebt es Gläſer, welche auf der einen Seite hohl und auf der andern erhaben ſind; alsdenn kann der Halbmeſſer der erhabenen Seite kleiner als der Halbmeſſer der hohlen Seite, oder jener größer und dieſer kleiner ſeyn. Im erſten Falle nennt man das Glas einen Meniskus und im zweyten Falle ein Concavconvexes Glas.

§. 496.

Es ſey ad (Fig. 78.) eine Glaslinſe, deren gemeinſchaftliche kreisrunde Fläche ad auch einen gemeinſchaftlichen Mittelpunkt beſitze, durch dieſen ſey die Linie eh auf die Ebene ad ſenkrecht gezogen, welche folglich mitten durch die Glaslinſe, und durch die Mittelpunkte beyder Kugelſegmente abkd und agld gehet, ſo heißt dieſe Linie die Axe der Linſe. Die Größe einer ſolchen Linſe wird nach der Größe der Concavität oder Convexität beſtimmt, und heißt einzollig, zweyzollig, einſchuhig, zehnſchuhig, zwölfſchuhig u. ſ. f. nachdem der Durchmeſſer der Kugel, zu welchem ein ſolches Kugelſegment wie abkd oder agld gehöret, entweder einen Zoll, oder zwey Zolle, oder einen Schuh, oder zehn Schuhe oder zwölf Schuhe u. ſ. f. lang iſt. Wenn auf einem erhabenen Glaſe Lichtſtrahlen nahe bey der Axe unter ſich parallel auffallen, ſo werden ſie beym Durchgange

durchs Glas und in der Luft ſo gebrochen, daß ſie hinter der Linſe in irgend einem Punkte zuſammenkommen, welcher der Brennpunkt genennt wird. Nach dieſem Punkte durchkreuzen ſich die Strahlen, und fahren auseinander. Wenn aber auf einem erhabenen Glaſe aus einem leuchtenden Punkte auseinander fahrende Strahlen auffallen, ſo kommt es nun darauf an, ob die Entfernung des leuchtenden Punktes von der Glaslinſe entweder größer oder kleiner oder eben ſo groß, als die Brennweite iſt. Im erſten Falle werden die Strahlen hinter der Glaslinſe ſo gebrochen, daß ſie zuſammenfahren und ſich folglich wieder in einem Punkte vereinigen; im zweyten Falle gehen die hinter dem Glaſe gebrochenen Strahlen mit einander parallel, und im dritten Falle werden die gebrochenen Strahlen weniger auseinander fahrend. Wenn endlich Strahlen auf eine erhabene Glaslinſe zuſammenfahrend auffallen, ſo werden ſie nach der Brechung hinter der Glaslinſe noch mehr zuſammenfahrend und vereinigen ſich in einem Punkte. Weil alſo die erhabenen Glaslinſen allemal die auffallenden Strahlen irgendwo in einem Punkte zuſammen ſammlen, ſo nennt man ſie auch wegen dieſer Wirkung Sammlungsgläſer. Wenn auf die erhabene Glaslinſe a b (Fig. 79.) die Strahlen g d und k i mit der Axe parallel auffallen, ſo erhalten ſie nach der Brechung hinter dem Glaſe die Lage l f und m f, und kommen daher in dem Brennpunkte f zuſammen, durchkreuzen ſich hier, und fahren auseinander nach f o und f n. Wenn ferner der ſtrahlende Punkt p (Fig 78.) weiter von der Linſe als der Brennpunkt f liegt, ſo werden die aus einander fahrenden Strahlen p g und p l nach der Brechung hinter dem Glaſe die Lage i e und k e erhalten, und folglich in dem Punkte e zuſammenkommen. Wäre e der leuchtende Punkt, ſo würde

auf der andern Seite des Glaſes p der Sammlungspunkt ſeyn. Iſt der leuchtende Punkt der Brennpunkt f (Fig. 79.) ſelbſt, ſo laufen die auffallenden Strahlen f l und f m nach der Brechung hinter dem Glaſe mit einander parallel. Wenn ferner der leuchtende Punkt p (Fig. 80.) der Linſe näher als der Brennpunkt f liegt, ſo werden die auffallenden Strahlen p l und p m nach der Brechung hinter der Linſe auseinander fahrend, indem ſie die Lage d g und k i erhalten. Verlängert man die Strahlen g d und i k, bis ſie ſich in dem Punkte n vereinigen, ſo wird der Winkel g n i kleiner als der Winkel l p m ſeyn, folglich werden auch die gebrochenen Strahlen d g und k i weniger auseinander fahrend, als aus dem leuchtenden Punkte p. Fallen endlich auf die Glaslinſe die auseinander fahrenden Strahlen g d und i k auf, ſo würden ſie ohne durchs Glas zu gehen, in dem Punkte n zuſammenkommen; weil ſie aber in der Linſe gebrochen werden, ſo vereinigen ſie ſich in dem gemeinſchaftlichen Punkte p hinter der Linſe, und werden daher noch mehr zuſammenfahrend, weil der Winkel g n i kleiner als der Winkel l p m iſt.

§. 497.

Den Punkt, in welchem die auf der einen Seite der Glaslinſe aus einem leuchtenden Punkte ausſtrömende, und auf ſelbige auffallende Strahlen nach der Brechung hinter der Linſe zuſammenkommen, nennt man auch das Bild des leuchtenden Punktes, und die Entfernung dieſes Bildes von der Glaslinſe den Abſtand (diſtantia a lente). Wegen der in der Folge häufigen Anwendung der erhabenen Glaslinſen, ſcheint es mir hier nothwendig zu zeigen, wie der Abſtand des Bildes von der Linſe zu finden iſt. Zu dem Ende ſey e ein leuchtender Punkt in der Axe e h (Fig. 81.), und die Entfernung e n deſſelben vom

Glaſe

Glaſe $= \delta$ nebſt den Halbmeſſern ik $= \rho$ und fd $=$ r ſeyn gegeben. Man nehme den Lichtſtrahl ed der Hauptaxe en ſo nahe, daß man ohne merklichen Fehler ed $=$ en annehmen kann, ſo wird der bey d in der Kugelfläche edb gebrochene Strahl die Lage dh erhalten, beym Uebergange aus der Linſe in die Luft bey k aber wird er von neuem gebrochen, und bekommt in der brechenden Kugelfläche akmb die Lage kg und g wird der Vereinigungspunkt der bey n ſehr nahe auf die Linſe auffallenden und hinter derſelben gebrochenen Strahlen ſeyn; demnach ſucht man mg. Um nun hier alles deſto deutlicher einzuſehen, ſoll Fig. 82. die Kugelfläche adnb und Fig. 83. die Kugelfläche akmb die beyden erhabenen Seitenflächen Fig. 81. der Linſe vorſtellen. In der 82 Fig. iſt alſo en $= \delta$, df $=$ r $=$ nf; verlängert man den Halbmeſſer df nach l, ſo iſt edl der Neigungswinkel, weil ld das Neigungsloth iſt. Man ſetze dieſen Neigungswinkel $= \alpha$, den gebrochenen Winkel $= \beta$, den Winkel nfd $= \gamma$, und das Brechungsverhältniß $= \lambda : \mu$, ſo hat man ſin. α : ſin. $\beta = \lambda : \mu$ (§. 492.). Weil hier alſo der Punkt d dem Punkte n ſehr nahe angenommen wird, ſo daß der Winkel α, folglich auch β ſehr klein iſt, ſo verhalten ſich ohne merklichen Fehler die Sinus dieſer Winkel wie die Winkel ſelbſt, folglich ſin. α : ſin. $\beta = \alpha : \beta$, daraus hat man auch $\alpha : \beta = \lambda : \mu$, und $\beta = \frac{\mu}{\lambda}\alpha$. Ferner iſt der Winkel dhf $=$ dfn $-$ fdh $= \gamma - \beta$, und in dem Dreyecke dfh hat man df : fh $=$ ſin. h : ſin. hdf, oder weil dieſe Winkel ſehr klein, df : fh $=$ h : fdh d. i. r : fh $= \gamma - \beta : \beta$, folglich fh $= \frac{r.\,\beta}{\gamma - \beta} = \frac{\mu.\,r.\,\alpha}{\lambda\gamma - \mu\alpha}$. Ferner hat man in dem Dreyecke edf : ed : ef $= \gamma : \alpha$, wenn die Winkel ſehr klein ſind, oder $\delta : \delta + r = \gamma : \alpha$ folglich $\gamma =$

 $\alpha.\delta$

$\frac{\alpha\cdot\delta}{\delta+r}$, und daher $fh = \frac{\mu r(\delta+r)}{\lambda\delta - \mu(\delta+r)}$. Hieraus ergiebt ſich endlich $hn = hf + fn = \frac{\mu r(\delta+r)}{\lambda\delta - \mu(\delta+r)}$ $+ r =$

$$\frac{\mu r\delta + \mu r^2 + \lambda\delta r - \mu r\delta - \mu r^2}{\lambda\delta - \mu(\delta+r)} = \frac{\lambda\delta r}{\lambda\delta - \mu(\delta+r)}$$

$$= \frac{\lambda\delta r}{(\lambda-\mu)\delta - \mu r}.$$

Geſetzt nun der gebrochene Strahl dh würde noch einmal in der Kugelfläche akmb (Fig. 83.) in k gebrochen, und erhielt die Lage kg nach der andern Brechung, ſo kann jene Formel hier ebenfalls in Anwendung gebracht werden, wenn ſowohl δ als auch der Halbmeſſer r oder ik $= \rho$ negativ genommen, und das Brechungsverhältniß in umgekehrter Ordnung $= \mu : \lambda$ geſetzet wird, folglich wird

$$gm = \frac{\mu.\ hm.\ \rho}{(\lambda-\mu)\ hm + \lambda\rho}$$

Verbindet man nun dieſe Formeln gehörig mit einander in der Fig. 81. ſo erhält man, wenn die Dicke des Glaſes nm nicht mit in Betrachtung gezogen wird, welche auch gewöhnlichermaßen in Vergleichung mit den übrigen Linien ſehr klein, und als eine verſchwindende Größe zu betrachten iſt,

$$gm = \frac{\mu.\ hn.\ \rho}{(\lambda-\mu)\ hn + \lambda\rho}$$

$$= \frac{\mu\delta r\rho}{(\lambda-\mu)\delta(r+\rho) - \mu r\rho}$$

wenn ſtatt hn der vorige gefundene Werth geſetzet wird. Dies iſt alſo die allgemeine Formel, um den Abſtand des Sammlungspunktes von der Glaslinſe zu finden. Man findet dies gehörig und vollſtändig aus einander geſetzt in meinen Anfangsgründen der opti-

optiſchen und aſtronom. Wiſſenſchaften, Jena 1794. 8. S. 124 134.

§. 498.

Der Punkt g in der Axe der Glaslinſe, in welchem alle nahe bey der Axe auf die Linſe auffallenden Strahlen nach der zweymaligen Brechung in der Glaslinſe zuſammenlaufen, heißt beſonders für den Fall der **Brennpunkt**, wenn der leuchtende Punkt von der Glaslinſe ſo weit entfernet liegt, daß alle Strahlen, welche von demſelben ausfließen, von der parallelen Lage nicht merklich abweichen. In dieſer Rückſicht nennt man alsdenn auch den Abſtand dieſes Brennpunktes von der Glaslinſe die **Brennweite**. Wenn die Dicke des Glaſes auſſer Acht gelaſſen wird, ſo findet man dieſe Brennweite für die Glaslinſe, wenn man die Längen beyder Halbmeſſer in einander multipliciret, dieſes Produkt doppelt nimmt, und dieſes doppelte Produkt durch die Summe der Halbmeſſer dividiret. Sind beyde Halbmeſſer einander gleich, oder die Krümmungen der Linſe von ein und der nemlichen Kugel, ſo iſt die Brennweite dem Halbmeſſer der Kugel gleich; wäre die Glaslinſe ſelbſt eine ganze Kugel, ſo iſt die Brennweite ſo groß als die Hälfte des Halbmeſſers. Bey dem Planconvexglaſe iſt die Brennweite dem Durchmeſſer der Kugel gleich. Alle dieſe Beſtimmungen laſſen ſich ſehr leicht aus der im vorigen §. angegebenen Formel herleiten:

1. Wenn die Halbmeſſer einer auf beyden Seiten erhabenen Linſe ungleich groß ſind, und der ſtrahlende Punkt von der Linſe unendlich weit entfernt angenommen wird, ſo braucht man nur in der vorigen Formel ſtatt δ das unendliche Zeichen ∞ zu ſetzen, und man hat $gm = \frac{\mu r \rho}{(\lambda - \mu)(r + \rho)}$. Iſt nun $\mu = 2$ und $\lambda = 3$, ſo wird $gm = \frac{2 r \rho}{(\rho + r)}$, wie es im §. beſtimmt worden.

2. Iſt bey der Vorausſetzung von n. 1. auch $\rho = r$, ſo ergiebt ſich die Brennweite $gm = \frac{2r^2}{2r} = r$, wie angezeiget iſt, folglich die Brennweite einer Kugel $= \frac{1}{2} r$.

3. Iſt die Linſe Planconvex, ſo wird die Brennweite für parallele Lichtſtrahlen oder $gm = \frac{\mu r \infty}{(\lambda - \mu)(r + \infty)}$ $= \frac{\mu r}{\lambda - \mu} = 2r$, wie angegeben iſt.

§. 499.

Die parallelen Strahlen, welche aus einem leuchtenden Punkte auf die Glaslinſe fallen, kommen alsdenn nach der Brechung hinter der Linſe in einem gemeinſchaftlichen Punkt der Axe zuſammen, welche der Axe unendlich nahe ſind. Je weiter als die Strahlen von der Axe auf die Linſe fallen, deſto eher kommen ſie nach der Brechung hinter der Linſe in einem Punkte zuſammen, deſto geringer wird alſo der Abſtand deſſelben von der Linſe. Die Entfernung dieſes Punktes von dem erſtern nennt man die Abweichung des Lichtes wegen der Kugelgeſtalt der Glaslinſen. Auf dieſe Abweichung muß vorzüglich mit bey Anordnung der Fernröhre Rückſicht genommen werden, und verurſachet eine beträchtliche Einſchränkung, wie die Folge weiter zeigen wird.

§. 500.

Wenn der leuchtende Punkt h (Fig. 84.) nicht weit von der Axe der Linſe entfernet liegt, ſo fällt von ſelbigem ein Lichtſtrahlenkegel h b d auf die Linſe, und von allen den Strahlen, welche zu dieſem Lichtkegel gehören, geht einer mitten durchs Glas wie h i, welcher ſo wenig gebrochen wird, daß man ſelbigen als eine gerade Linie annehmen kann. Dieſen Strahl

kann

kann man den mittleren oder Hauptſtrahl nennen. Alle Strahlen nun, welche von dem leuchtenden Punkte h nahe bey dem Hauptſtrahl auf die Glaslinſe fallen, laufen nach der zweymaligen Brechung aus dem Glaſe in die Luft in einerley Punkt i zuſammen, welcher von der Hinterfläche der Linſe eben ſo weit entfernet iſt, als der Vereinigungspunkt g aller von e auf die Linſe fallenden Strahlen. Wäre demnach he eine auf die Axe eg befindliche ſenkrechte Linie, ſo werden auch die Strahlen von allen Punkten dieſer geraden Linie hinter der Linſe wieder in Punkte zuſammenlaufen, welche ebenfalls in der geraden Linie gi liegen, ſo daß gi ein Bild der geraden Linie he iſt, welches aber eine verkehrte Lage hat. Hieraus ſieht man ferner, daß eben ſo von irgend einem andern Objekte, welches Licht auf die Linſe wirft, ein Bild hinter der Linſe entſtehen müſſe, welches demſelben in allen ähnlich nur verkehrt iſt. Wäre alſo he der ſichtbare Halbmeſſer oder Durchmeſſer irgend eines Gegenſtandes, ſo iſt alsdenn gi der ſichtbare Halbmeſſer oder Durchmeſſer des Bildes, und es ſind die Dreyecke hec und cig einander ähnlich; folglich hat man $he : gi = ce : cg$. Wäre nun die Dicke des Glaſes in Vergleichung mit den Halbmeſſern ſehr klein, ſo iſt alsdenn beynahe $ec = ek$ und $gc = gl$, mithin $eh : gi = ek : gl$ d. h. die ſichtbaren alſo auch die wahren Halbmeſſer oder Durchmeſſer des leuchtenden Objektes und des Bildes verhalten ſich zu einander wie die Entfernungen derſelben vom Glaſe.

§. 501.

Aus den Geſetzen der Brechung des Lichtes in erhabenen Glaslinſen wird es nun keine Schwierigkeit haben, folgende Folgen in Anſehung der Beſtimmung der Bilder von den vor der Linſe befindlichen erleuchteten Gegenſtänden einzuſehen:

1. Wenn der erleuchtete Gegenſtand von der Linſe ſo weit entfernet iſt, daß alle von ſelbigem ausſließende und auf die Linſe auffallende Strahlen als parallel zu betrachten ſind, ſo iſt eigentlich der Brennraum, deſſen Mittelpunkt der Brennpunkt iſt, ſein Bild. Man kann alſo überhaupt den Brennraum als das Bild eines von der Linſe unendlich entfernten Gegenſtandes anſehen.

2. Wenn das ſichtbare Objekt von der Linſe gerade um die Brennweite entfernet iſt, ſo giebt es nun gar kein Bild mehr, denn alle Strahlen, welche von einerley Punkte des Objektes auf die Linſe fallen, erhalten alsdenn nach der Brechung eine ſolche Lage, welche mit der Lage des Hauptſtrahls parallel iſt.

3. Wenn ein erleuchtetes Objekt von der Linſe weiter entfernet iſt, als der Brennpunkt, und die Strahlen, welche von den Punkten deſſelben ausfließen, fallen auseinanderfahrend auf die Glaslinſe, ſo machen ſie zuſammen nach der Brechung hinter der Linſe ein Bild des Objektes, welches verkehrt liegt, vom Glaſe aber weiter entfernet iſt, als die Fokuslänge. Wäre umgekehrt der Gegenſtand da, wo das Bild deſſelben war, ſo wird nun ſein Bild dahin fallen, wo vorher das leuchtende Objekt war.

4. Wenn das leuchtende Objekt hinter dem Glaſe im 3ten Falle dem Glaſe näher kommt, ſo entfernt ſich das Bild hinter demſelben deſto mehr und wird folglich größer, zuletzt verſchwindet das Bild oder wird unendlich groß, wenn das leuchtende Objekt in den Brennraum gerückt iſt.

5. Wenn das erleuchtete Objekt von der Glaslinſe nicht ſo weit entfernet iſt, als die Fokuslänge beträgt, ſo kann kein wirkliches Bild, ſondern nur ein geometriſches ſtatt finden, welches vor der Glaslinſe liegt, wo das leuchtende Objekt ſich befindet. Denn in dieſem Falle gehen alle die von einerley Punkte des Gegenſtandes ausgehende Strahlen nach der Brechung hinter dem Glaſe auseinander, und zwar ſo, als wenn ſie von einerley Punkte vor dem Glaſe herkämen, welcher zwar anfänglich von dem Glaſe weit entfernet iſt, aber gar bald ſelbigem näher kommt, wenn die Entfernung des leuchtenden Objektes von der Linſe kleiner wird.

Alle dieſe Sätze laſſen ſich durch Verſuche aufs vollkommenſte beſtätigen. Fängt man nemlich in einem dunklen Zimmer mit einer erhabenen Glaslinſe die Sonnenſtrahlen auf, welche ſo gut als parallel zu betrachten ſind, ſo nimmt man im Zimmer den hinter der Linſe brechenden Strahlenkegel wahr, deſſen Spitze der Brennpunkt iſt; man bemerkt aber auch die in dem Brennpunkt ſich durchkreuzenden Strahlen, welche wieder auseinander fahren, und auf dieſe Weiſe einen entgegengeſetzten Strahlenkegel bilden.

Man nehme ferner eine Glaslinſe, halte ſie dicht vor das Auge, und betrachte dadurch einen ſichtbaren Gegenſtand, welcher von der Linſe weiter als der Brennpunkt entfernet iſt, ſo wird das Auge ſelbigen ſehen; man ertferne aber nach und nach die Linſe vom Auge, ſo wird der durchs Glas ſichtbare Gegenſtand immer kleiner, und verſchwindet endlich ganz, wenn das Auge gerade im Brennpunkte ſich befindet. Entfernet man das Glas noch weiter vom Auge, ſo wird der Gegenſtand wieder ſichtbar aber klein und in umgekehrter Lage.

§. 502.

Die Entfernung des Bildes hinter der Linſe findet man, wenn man die Fokuslänge mit der Entfernung des Objektes vom Glaſe multipliciret, und dieſes Produkt durch die Differenz der Entfernung des Objektes von der Linſe und der Fokuslänge dividiret. Wäre die Linſe eine vollkommene Kugel, ſo geht von jedem Punkte des leuchtenden Objektes ein Hauptſtrahl ungebrochen durch der Kugel Mittelpunkt, weil er allemal ſenkrecht auffällt. Iſt nun hd mit ek wenig verſchieden, ſo haben auch alle die nahe bey dem Hauptſtrahl auffallende Strahlen hinter der Kugel in ſelbigem einen Vereinigungspunkt oder ein Bild, welches von derſelben eben ſo weit entfernet iſt, als das Bild

von e. Es folgt daher ebenfalls, daß das Bild eines jeden Objektes demſelben hinter der Kugel in allen ähnlich nur verkehrt ſey; da alsdenn das Verhältniß der ſichtbaren folglich auch der wahren Halbmeſſer oder Durchmeſſer des Objektes und des Bildes mit dem Verhältniſſe der Entfernungen vom Mittelpunkte der Kugel einerley iſt.

§. 503.

Bey den Hohlgläſern werden diejenigen Strahlen, welche bey den erhabenen Gläſern nach der Brechung in einem Punkt vereiniget werden, nach der Brechung zerſtreuet. Wenn die Strahlen mit der Axe auf eine Hohllinſe parallel auffallen, ſo werden ſie nach der Brechung auseinander fahrend. Verlängert man dieſe gebrochenen Strahlen rückwärts, ſo fallen ſie in einen Punkt der Axe vor dem Glaſe, wo die Lichtſtrahlen auffielen, zuſammen; dieſen Punkt nennt man auch den eingebildeten Brennpunkt, oder das geometriſche Bild des leuchtenden Punktes. Wenn ferner aus einem leuchtenden Punkte auf eine Hohllinſe Strahlen auseinander fahrend auffallen, ſo werden ſie nach der Brechung noch mehr auseinander fahrend, und der ſtrahlende Punkt hat kein phyſiſches, ſondern nur ein geometriſches Bild. Wenn endlich die Strahlen auf eine Hohllinſe convergirend auffallen, ſo werden ſie nach der Brechung entweder weniger convergirend, oder parallel, oder gar auseinander fahrend, nachdem die Strahlen mehr oder weniger zuſammenfahrend ſind. Fallen mit der Axe cd (Fig. 85.), welche alſo durch die Hohllinſe ab ungebrochen durchgehet, die Strahlen gh und lm parallel auf die Linſe, ſo werden ſie in der Linſe nach dem Neigungslothe zu gebrochen, und erhalten die Lage hi und mn; fahren ſie aber wieder in die Luft, ſo werden ſie auf der andern Seite vom Neigungs-

lothe

lothe abgelenkt, und bekommen die Lage ik und no ſie haben demnach nach der Brechung eine ſolche Lage erhalten, als ob ſie aus dem gemeinſchaftlichen Punkte p ausgeſtrahlet wären, und eben dieſer Punkt iſt der eingebildete Brennpunkt. Wenn ferner aus dem leuchtenden Punkte g (Fig. 86.) die auseinander fahrenden Strahlen gh und gl auf die Hohllinſe ab fallen, ſo erhalten ſie nach der Brechung die Lage ik und mn, und ſcheinen von dem Punkte p ausgegangen zu ſeyn. Weil nun der Winkel kpn größer als der Winkel hgl, ſo ſind auch die gebrochenen Strahlen noch mehr auseinander fahrend, als die einfallenden. Wenn umgekehrt die Strahlen ki und nm zuſammenfahrend auf die Linſe ab auffallen, ſo kommen ſie nach der Brechung in dem Punkte g zuſammen, und die gebrochenen Strahlen ſind weniger auseinander fahrend, als die auffallenden. Fielen die Strahlen in der Lage ki und on (Fig. 85.) auf, ſo gehen ſie nach der Brechung mit der Axe parallel.

§. 504.

Will man den Abſtand des eingebildeten Brennpunktes von der Hohllinſe finden, ſo dienet auch die im §. 497. angegebene Formel. Beym Concavconcavglaſe ſind beyde Halbmeſſer r und ρ negativ, und es wird die Brennweite $= \frac{\mu \delta r \rho}{(\lambda - \mu)\delta(-r-\rho) - \mu r \rho}$ $= - \frac{\mu \delta r \rho}{(\lambda - \mu)\delta(r+\rho) - \mu r \rho}$. Fielen die Strahlen parallel auf, ſo wird δ unendlich groß, und es wird der Abſtand des eingebildeten Brennpunktes $= - \frac{\mu r \rho}{(\lambda - \mu)(r+\rho)}$. Bedeutet $\mu = 2$ und $\lambda = 3$, ſo iſt dieſe Formel $= - \frac{2 r \rho}{r + \rho}$. Wären ferner beyde

Halb-

Halbmeſſer einander gleich, ſo wird der Abſtand $= -\frac{2r^2}{2r} = -r$. Bey dem Planconcavglaſe iſt der eine Halbmeſſer unendlich groß, und der andere negativ, folglich wird für parallel auffallende Strahlen der Abſtand $= -\frac{\mu r}{\lambda - \mu} = -2r$. Was endlich das Concavconvexe Glas betrifft, ſo iſt der Halbmeſſer der hohlen Seite ebenfalls negativ aber kleiner als der Halbmeſſer der erhabenen Seite; demnach findet man den Abſtand $= \frac{-\mu r \rho}{(\lambda - \mu)(r - \rho)} = -\frac{2r\rho}{r - \rho}$. Weil nun die Hohlgläſer die auffallenden Strahlen nach der Brechung zerſtreuen, ſo werden ſie auch Zerſtreuungsgläſer genannt; dahin gehören alſo das Concavconcav-, das Planconcav- und das Convexconcavglas.

§. 505.

Eine der ſchönſten und erhabenſten Anwendung der bisherigen Lehren von der Brechung der Lichtſtrahlen in Glaslinſen findet in der Natur bey dem Baue des Auges ſtatt. Dadurch lernt man erſt einſehen, wie es mit dem Sehen der ſichtbaren Objekte zugehe, und wie man einem fehlerhaften Auge zum deutlichern Sehen dienliche Werkzeuge verſchaffen könne. Der Augapfel (bulbus oculi) hat beynahe die Geſtalt einer Kugel, nur daß der durchſichtige Theil vorne etwas weiter hervorragend iſt. In der Augenhöhlung (orbita) iſt er mit vielem Fett verſehen, und durch ſechs Augenmuskeln nach allen Seiten beweglich. Uebrigens wird er theils für zu ſtarkem einfallenden Lichte, theils aber auch für andern Unreinigkeiten durch die Augenlider (palpebrae) und durch die Augenwimpern (cilia) geſchützt. Der

Aug-

Augapfel ſelbſt beſteht aus verſchiedenen Häuten (membranae). Die äuſſerſte von dieſen Häuten iſt ſehr feſt und elaſtiſch, dick, und aus mehreren Blättern beſtehend, und umgiebt den ganzen Augapfel. Sie heißt daher auch die harte Haut (sclerotica). Gegen den Vordertheil des Auges zu wird ſie jedoch dünner und biegſamer, und am vordern Theile ganz durchſichtig, deswegen auch ſelbige die Hornhaut heißt (cornea transparens, tunica cornea). Dieſe Hornhaut iſt das Segment von einer Kugel, deren Halbmeſſer etwas kleiner iſt, als der Halbmeſſer des übrigen zum Augapfel gehörigen Theils; daher iſt ſie auch etwas mehr erhaben, als es ſonſt ſeyn würde, wenn das Auge eine völlige Kugel wäre. Jedoch haben beyde Kugelſtücke eine gemeine Axe, welche zugleich die Axe des ganzen Auges iſt, und oben die Geſichtsaxe genennet wurde. Die Hornhaut iſt noch an der innern Fläche mit einer andern Haut bekleidet, welche man die Desmourſche Membran nennt, und welche ſehr elaſtiſch iſt. In dem Hintertheile der harten Haut etwas zur Seite nach der Naſe zu geht der Sehenerve (nervus opticus) durch ein rundes Loch in den Augapfel, und es hängt hier die dicke Hirnhaut (dura mater), welche dem Sehenerven zur äuſſern Hülle dienet, mit der harten Haut zuſammen. Die feſte Haut wird noch von einer dünnen und ſchwarzbraunen Haut Gefäßhaut (pia mater) an der innern Seite bedeckt, welche aus der innern Hülle des Sehenerven entſpringt, und ſich bis an die Hornhaut erſtreckt.

§. 506.

An der harten Haut liegt eine andere zarte Haut, die ſogenannte braune Haut, Gefäßhaut, Aderhaut (tunica chorioidea). Sie nimmt ihren Anfang vom Rande des Sehenerven, und erſtreckt ſich

bis

bis an die Hornhaut, und hängt daſelbſt mit der feſten Haut in einem völligen Kreiſe zuſammen. Auswendig hat ſie eine braune, inwendig aber eine faſt ſchwarze Farbe. Den Kreis, welchen ſie mit der feſten Haut beym Urſprunge der Hornhaut durch vieles Zellgewebe macht, nennt man den Ciliarkreis (orbiculus ciliaris), in welchem Fontana einen Canal entdeckte, und von ihm Fontana's Canal genennet wird. Von dieſem Kreiſe aus bilden ſich gegen die Kryſtallinſe zu ſchwarz und weiß geflammte Streifen, welche mit einem ſchwarzen Leime überzogen ſind, und die Hülle der Kryſtallinſe umgeben. Zwiſchen dieſen Streifen und der Hornhaut befindet ſich die Regenbogenhaut, der Augenſtern (Iris). Die Vorderfläche derſelben zeigt bunte geſchlängelte Streifen, welche vom Ciliarkreiſe heraufſteigen, die hintere Fläche aber iſt mit einem ſchwarzen Leim überzogen, und heißt oft die Traubenhaut (uvea). In der Mitte dieſer Regenbogenhaut befindet ſich ein kleines kreisrundes Loch, die Oeffnung des Augenſternes, Pupille, Sehe (pupilla), wodurch das von auſſen auffallende Licht in das innere des Auges kommen kann. Dieſe Pupille hat die merkwürdige Eigenſchaft, daß ſie ſich bey ſtärkerm und ſchwächerm Lichte mehr verengern und mehr erweitern kann.

§. 507.

An der Aderhaut ſchließt ſich nun noch die dritte Haut unter dem Namen der Netzhaut, Markhaut an (retina). Sie iſt blos eine Verbreitung des ins Auge getretenen Markes des Sehenerven, und iſt bey ältern Perſonen ganz undurchſichtig, bey jüngern aber durchſichtig. Dieſe Haut verurſachet eigentlich die Empfindung des Sehens, indem die im Auge gebrochenen Strahlen auf ſelbige fallen, und daſelbſt das Bild von dem äuſſern Gegenſtande machen. Was

nun

nun noch die Feuchtigkeiten des Augapfels betrifft, in welchem die auffallenden Strahlen gebrochen werden, ſo hat man vorzüglich drey zu bemerken. Die erſtere iſt die kryſtallene Feuchtigkeit, welche auch Kryſtallinſe heißt (humor cryſtallinus, lens cryſtallina). Sie iſt eigentlich nicht ſowohl eine Feuchtigkeit, als vielmehr ein feſter, runder, überaus durchſichtiger, in Geſtalt einer gläſernen auf beyden Seiten erhabenen Linſe geformter Körper, deſſen hintere Fläche jedoch mehr erhaben, als die vordere iſt. Dieſe Linſe beſteht aus verſchiedenen mit Gefäßen verſehenen ſphäriſchen Lamellen, von welchen die äuſſern weicher, die innern aber härter ſind; die Lamellen ſind vermittelſt eines feinen Zellgewebes mit einander verbunden; in den Zellen ſelbſt befindet ſich eine ſehr durchſichtige wäßrige Feuchtigkeit. Uebrigens iſt ſie in eine durchſichtige Kapſel eingeſchloſſen, welche am vordern Theile ſtark und elaſtiſch, am hintern aber weicher und ſchwächer iſt. Jedoch liegt die Kapſel nicht feſt an der Linſe an, ſondern der dazwiſchenliegende enge Raum iſt mit einer Feuchtigkeit angefüllt.

§. 508.

Die andere Feuchtigkeit des Auges befindet ſich zwiſchen der Kryſtallinſe und der Hornhaut, und wird die wäßrichte Feuchtigkeit genannt (humor aqueus). Dieſe Feuchtigkeit treibt die Hornhaut auf, und macht, daß ſich ſelbige mehr rundet. Sie iſt übrigens ſehr dünnflüſſig, etwas ſalzig und durchſichtig. Die dritte Feuchtigkeit endlich nimmt den ganzen innern Raum des Augapfels hinter der Kryſtallinſe ein, und heißt die gläſerne Feuchtigkeit (humor vitreus). Sie hat die Geſtalt der Gallerte, iſt aber ſehr durchſichtig, und von einer ſehr feinen zellichten Struktur. Sie hat vorn eine von der Kryſtallinſe herrührende Concavität, und iſt mit einem eignen zarten Häutchen umgeben.

§. 509.

Wenn ein leuchtender Punkt e (Fig. 87.) in der Augenaxe e p, oder nahe dabey ſich befindet, ſo werden alle diejenigen Lichtſtrahlen, welche auf die Hornhaut fallen, in der wäßrichten Feuchtigkeit ſo gebrochen, daß ſie hinter der Hornhaut in einerley Vereinigungspunkt zuſammenlaufen, und daſelbſt ein Bild davon verurſachen würden; in dieſer Lage fallen ſie aber auf die Kryſtallinſe und werden durch eine doppelte Brechung in der vordern und hintern Fläche derſelben ſich in einen Punkt vereinigen, welcher der Linſe noch näher liegt. Geſetzt auch, der ſichtbare Gegenſtand wäre dem Auge ſo nahe, daß das Bild davon nach der Strahlenbrechung in der wäßrichten Feuchtigkeit nur geometriſch wäre, ſo würden dennoch die von dieſem Bilde herkommenden Strahlen in der Kryſtallinſe ſo gebrochen werden, daß das Bild hinter derſelben fallen, und ein phyſiſches Bild zuwege bringen müßten. Hierbey würde es aber nun auf die Entfernung e h des Gegenſtandes e von dem Auge ankommen, damit der Abſtand p g des Bildes p von der Kryſtallinſe gerade ſo groß wäre, als die Entfernung der Netzhaut von derſelben. Sobald nun das Bild eines ſichtbaren Gegenſtandes in dem Auge auf die Netzhaut fällt, ſo bewirket ſelbige die Empfindung des Sehens. Dieſe Empfindung wird nun deutlich ſeyn, wenn das Bild auf der Netzhaut deutlich iſt, im Gegentheil aber undeutlich, wenn das Bild undeutlich iſt. Uebrigens ſind wir noch nicht im Stande zu erklären, was für einen Zuſammenhang dieſe Empfindung des Sehens mit den Vorſtellungen unſerer Seele habe.

§. 510.

Wenn alſo das Auge ein Objekt in einer gewiſſen Entfernung deutlich ſehen kann, ſo müßte es dem Auge undeutlich werden, wenn es ſich von demſelben weiter

weiter entfernte. Allein die Erfahrung lehret, daß auch einerley Objekt in verſchiedenen Entfernungen vom Auge immer noch deutlich geſehen werde. Dies hat zu Vermuthen Anlaß gegeben, daß ſich das Auge ſo verändern könne, daß allemal das Bild des Objektes auf die Netzhaut fallen müſſe. Allein leichte Verſuche haben auch gezeigt, daß nicht eben allemal die vollkommenſte Abbildung des Objektes auf der Netzhaut zum deutlichen Sehen erfordert wird. Indeſſen hat es ſeine Richtigkeit, daß beym vollkommen deutlich Sehen das Bild des betrachteten Gegenſtandes auf die Netzheit fallen müſſe. Daher giebt es auch allemal einen gewiſſen Abſtand des Gegenſtandes vom Auge, bey welchem es ſelbigen am deutlichſten ſiehet, welcher aber immer undeutlicher wird, je weiter ſich derſelbe vom Auge entfernet, es mag übrigens der Gegenſtand groß oder klein ſeyn. Wenn das Auge ein Objekt undeutlich ſiehet, ſo fällt alsdenn das Bild vor der Netzhaut, und die Strahlen fahren hinter demſelben wieder aus einander, und verbreiten ſich auf der Netzhaut in Kreiſe. Eine ſolche Beſchaffenheit hat es mit den Augen ſolcher Perſonen, welche ein kurzes Geſicht haben, und die man Kurzſichtige (miopes) nennt. Es kann aber auch alsdenn das Auge ein Objekt undeutlich ſehen, wenn das deutliche Bild deſſelben von der Kryſtallinſe weiter entfernet iſt als die Netzhaut; denn alsdenn ſchneidet ſelbige die von dem Punkte des Gegenſtandes herkommenden Strahlenkegel noch ehe ſie ſich vereiniget haben, und es verbreiten ſich auch in dieſem Falle die Strahlen auf der Netzhaut im Kreiſe. Dieſe Beſchaffenheit hat es mit den Augen ſolcher Perſonen, welche ein weites Geſicht haben, und Weitſichtige (presbytae) genennet werden.

§. 511.

Eine weitſichtige Perſon kann eine erhabene Glaslinſe gebrauchen, um eine nahe gelegene Sache deutlich zu ſehen, wenn ſie ſelbige durch das Glas betrachtet. Wäre nemlich ef (Fig. 88.) ein ſichtbares Objekt, ſo fallen von den Punkten f und e auf die Linſe ab die Strahlenkegel fgd und edg, und wenn die Entfernung ec des Gegenſtandes von der Linſe kleiner als die Fokuslänge iſt, ſo erhalten alle die Strahlen fd, fg, ed, eg nach der Brechung eine ſolche Lage, als kämen ſie von den Punkten q und p her. Fängt alſo das Auge die Strahlen in der Gegend bey o auf, ſo wird dadurch das Bild des Objektes der Kryſtallinſe näher gebracht, als wenn das Auge ſelbigen ohne Glas betrachtete. Demnach kommt es blos auf die Geſtalt des Glaſes an, damit das Bild des Gegenſtandes auf die Netzhaut falle. Eine kurzſichtige Perſon kann auf eben dieſe Art ein Hohlglas gebrauchen, um eine entfernte Sache deutlich zu ſehen, wenn er ſelbige durch das Glas betrachtet. Wenn nemlich ef (Fig. 89.) das ſichtbare Objekt iſt, ſo fallen auf die Hohllinſe von den Punkten f und e die Strahlenkegel fgd und egd, und erhalten die Strahlen fd, fg, ed, eg nach der Brechung eine ſolche Lage, als kämen ſie von den Punkten p und q her. Befindet ſich demnach das Auge in der Gegend bey o, ſo fällt das Bild des Objektes von der Kryſtallinſe weiter weg, als es fallen würde, wenn das Auge daſſelbe ohne Glas betrachtete. Es kommt alſo auch hier wieder darauf an, wie die Figur des Glaſes ſeyn müſſe, damit das deutliche Bild auf die Netzhaut falle.

§. 512.

Für ein jedes Auge giebt es eine Entfernung, in welcher es bey ſeinem natürlichen Zuſtande kleine Sachen

chen deutlich ſieht. Bey einem ganz geſunden Auge ſetzt man dieſe Entfernung gemeiniglich auf 12 bis 16 Zoll. Sie wird alſo bey einem Kurzſichtigen kleiner und bey einem Weitſichtigen größer ausfallen. Aus den bisherigen Gründen der Strahlenbrechung erhellet es nun, wie man beyden letztern helfen könne, daß ſie vollkommen deutlich in eben der Entfernung kleine Sacheu ſehen können, als ſie ſonſt ein geſundes Auge wahrnehmen kann. Weiß man nemlich die Entfernung, auf welche ein fehlerhaftes Auge kleine Sachen deutlich ſehen kann, ſo läßt ſich die Fokuslänge eines Glaſes durch eine leichte Rechnung finden, welches vor das Auge gehalten, die Sachen eben ſo deutlich darſtellet, als bey einem geſunden Auge. Für eine weitſichtige Perſon findet man die Fokuslänge eines erhabenen Glaſes, wenn man die Entfernung, auf welche ſie noch gut ſehen kann, mit derjenigen Entfernung, welche ein geſundes Auge zum deutlichen Sehen brauchet, multipliciret und dieſes Produkt durch die Differenz jener beyden Entfernungen dividiret, der Quotiente iſt die geſuchte Brennweite. Für eine kurzſichtige Perſon iſt die Brennweite eingebildet, indem die Linſe ein Hohlglas ſeyn muß. Zu merken iſt hierbey noch, daß eine weitſichtige Perſon nur die möglichſt kleinſte Entfernung des Objektes vom Auge nehmen müſſe, in welcher ſie daſſelbe noch einigermaßen deutlich ſieht, damit ſie ſich nicht beym Gebrauche eines Glaſes noch mehr an die Weitſichtigkeit gewöhne. Eben ſo wird auch eine kurzſichtige Perſon die möglichſt größte Entfernung des Objektes vom Auge wählen müſſen, bey welcher ſie daſſelbe noch ziemlich deutlich ſieht, um ſich nicht noch mehr an die Kurzſichtigkeit zu gewöhnen. Könnte z. B. eine weitſichtige Perſon erſt auf 3 Fuß weit kleine Sachen deutlich ſehen, und ſie verlangte ein Augenglas, damit ſie ſelbige auf 1 Fuß Weite deutlich wahrnehmen kann, ſo

wird die Fokuslänge dieſes Glaſes $= \frac{3 \cdot 1}{3-1} = \frac{3}{2} =$ $1\frac{1}{2}$ Fuß ſeyn müſſen.

§. 513.

Auf die Brechbarkeit des Lichtes in verſchiedenen Materien von verſchiedener Dichtigkeit beruht noch eine andere merkwürdige Erſcheinung, nemlich die Theilung des weißen Lichtes in verſchiedentlich gefärbtes Licht. Man laſſe durch ein kleines rundes Loch, ohngefähr im Durchmeſſer $\frac{1}{4}$ Zoll, in einem verfinſterten Zimmer die Sonnenſtrahlen hindurch, und fange ſelbige mit einem dreyſeitigen gläſernen Prisma ſo auf, daß die Seitenlinien deſſelben mit den einfallenden Strahlen rechte Winkel machen; darauf laſſe man in einer Entfernung hinter dem Prisma die durch ſelbiges gebrochenen Strahlen auf ein weißes Papier fallen, ſo wird auf ſelbigem ein erleuchteter Raum erſcheinen, welcher mehr in die Länge als Breite ausgedehnet, unten und oben aber von zweyen Halbkreiſen begränzt iſt. Dieſer Raum iſt übrigens gefärbt, und man unterſcheidet leicht folgende Farben, welche von unten nach oben zu in dieſer Ordnung liegen: **roth, orange, hellgelb, grün, hellblau, indigoblau, violet.** Man bemerkt auch ſelbſt an dem in dem hintern Prisma erleuchteten Raume mit allen dieſen Farben glänzenden Staube ſehr deutlich, daß die Sonnenſtrahlen ſich in geraden Linien ausbreiten, welche aber von der parallelen Lage merklich abweichen. M. ſ. Optice ſ. de reflexionibus, refractionibus, inflexionibus et coloribus lucis, libri III. auct. *Iſ. Newtoni* lat. redd. *Sam. Clarke.* Lond. 1706. 4.

§. 514.

Die Länge ef (Fig. 90.) des von den gebrochenen Strahlen herrührenden Farbenbilde iſt ohngefähr fünf-

fünfmal größer als ſeine Breite; dieſe aber iſt eben ſo groß als der Durchmeſſer des weißen Kreiſes, welchen die durch die runde Oeffnung auffallenden und durchs dreyſeitige Prisma nicht gehenden Strahlen in eben der Entfernung bilden würden. Setzt man die Länge des Farbenbildes = 1, ſo beträgt die Länge des rothgefärbten Lichtes $\frac{1}{8}$, des orangegefärbten $\frac{3}{16}$, des hellgefärbten $\frac{2}{17}$, des grüngefärbten $\frac{1}{8}$, des hellblaugefärbten $\frac{1}{8}$, des indigoblaugefärbten $\frac{1}{9}$ und des violetblaugefärbten $\frac{2}{9}$.

§. 515.

Wenn in dem Verſuche des §. 513. ein einziger gefärbter Strahl durch ein kleines Loch in einem ſchwarzen Papiere durchgelaſſen, und ſelbiger wiederum in einem gläſernen dreyſeitigen Prisma gebrochen wird, ſo findet man die Farbe nach der Brechung gar nicht geändert, und bringt auf der Wand ein kreisförmiges Bild von eben der Farbe zuwege. Bleiben die beyden dreyſeitigen Prismen mit dem ſchwarzen Papiere an einerley Stelle unverändert, und man drehet das erſte Prisma nach und nach um ſeine Axe, ſo wird man alle einfach gefärbte Strahlen hinter dem zweyten Prisma auf der Wand kreisförmig abgemahlt finden; das rothe Bild wird aber am niedrigſten auf der Wand liegen, etwas höher das orangegelbe, noch etwas höher das hellgelbe und ſo fort in eben der Ordnung, als die Farben im Farbenbilde von unten auf nach oben zu liegen. Hieraus folgt, daß das Sonnenlicht aus verſchiedenen in Rückſicht der Brechung ungleichartiger Strahlen beſtehen müſſe, und daß bey einerley Neigungswinkel der rothe Strahl weniger als der orangegelbe, der orangegelbe weniger als der hellgelbe, der hellgelbe weniger als der grüne, und ſo nach der Ordnung fortgebrochen werde. Wenn demnach die brechende Materie einerley bleibt, ſo haben auch die

verſchiedenen Strahlen des ſiebenfachen farbichten Lichtes verſchiedene Brechungsverhältniſſe. Wenn der Sinus des Einfallswinkels bey den verſchiedenen gefärbten Strahlen = 1 geſetzet wird, ſo iſt der Sinus des gebrochenen Winkels, wenn das Licht aus einerley Glaſe in die Luft übergehet, in dem farbichten Lichte

1. für die rothen Strahlen von der unterſten Gränze bis zur Gränze des orangegelben = 1,54 bis 1,5425.
2. für die orangefarbenen Strahlen bis zur Gränze der hellgelben = 1,5425 bis 1,544.
3. für die hellgelben Strahlen bis zur Gränze der grünen = 1,544 bis 1,54667.
4. für die grünen Strahlen bis zur Gränze der hellblauen = 1,54667 bis 1,55.
5. für die hellblauen Strahlen bis zur Gränze der dunkelblauen = 1,55 bis 1,55333.
6. für die dunkelblauen Strahlen bis zur Gränze der violetten = 1,55333 bis 1,55555.
7. für die violetten bis zur oberſten Gränze derſelben = 1,55555 bis 1,56.

§. 516.

Wenn ferner die hinter dem horizontalliegenden Prisma gebrochenen Strahlen von einem andern dreyſeitigen Prisma, welches vertikal aufgeſtellet iſt, von neuen gebrochen werden, ſo mahlt ſich das Farbenbild eben ſo wie vorher mit den nemlichen in eben der Ordnung aufeinander folgenden Strahlen ab, nur hat es die ſchiefe Lage ef (Fig. 91.). Wird das im Prisma gebrochene Licht aber durch eine auf beyden Seiten erhabene Linſe aufgefangen, ſo ſieht man im Brennpunkte ein rundes weißes Sonnenbild, welches ſich auf einem weißen Papiere abmahlet. Da ſich nun die Strahlen im Brennpunkte durchkreuzen und nachher wieder auseinander fahren, ſo können auch ſelbige durch ein Papier wieder aufgefangen wer-

werden; alsdenn erblickt man aber auch alle die Farben wieder, nur in der verkehrten Ordnung.

§. 517.

Wenn auf die Seitenfläche cd (Fig. 92.) eines rechtwinklichten dreyſeitigen Prisma die Strahlen ab beynahe ſenkrecht auffallen, ſo gehen ſie durch dieſe Fläche ungebrochen durch, werden aber beym Uebergange aus der Fläche ch in die Luft nach ef hingebrochen, und verurſachen daſelbſt das Farbenbild auf einer Ebene. Drehet man nun nach und nach das rechtwinklichte dreyſeitige Prisma von c nach d zu um die Axe, bis ohngefähr die auf die Fläche ch einfallenden Strahlen gegen ſelbige unter einem Winkel von 49 Graden ſich zu neigen anfangen, ſo wird nun ein Theil des Lichtes nicht mehr in g gebrochen werden, ſondern es wird vermöge des §. 496. gegen i hin zurückſtrahlen. Auf dieſe Weiſe wird alles auf ch auffallende Licht nach und nach nach gi reflektirt, wenn das dreyſeitige rechtwinklichte Prisma um die Axe weiter gedrehet wird. Geſetzt, es befände ſich ein dreyſeitiges Prisma ik da, wo die in g reflektirten Strahlen hinlaufen, und welche folglich in jenem gebrochen würden, ſo wird bey der allmähligen Umdrehung des rechtwinklichten Prisma cdh der erſte nach i hin reflektirte und durch das dreyſeitige Prisma ik gebrochene, von einer Ebene aber hinter dieſem Prisma aufgefangene Theil des Lichtes ein violettes Bild verurſachen, welches man in l gewahr wird; bey fernerer Umdrehung des Prisma wird man nach l ein dunkelblaues Bild, hernach ein hellblaues, darauf ein grünes u. ſ. Bild ſehen, bis zuletzt auch in m das rothe dazu kommt. Sobald man aber das violette Licht in l gewahr wird, ſo iſt es in e verſchwunden, und dieſer Erfolg dauert ſo lange, bis in ef nach und nach alles farbichte

Licht unſichtbar geworden, und in lm übergegangen iſt. Hieraus folgt nun unläugbar, daß die blaufarbichten Strahlen eher als die grünen, dieſe eher als die gelben u. ſ. f. reflektiret werden, mit einem Worte, daß diejenigen Strahlen zuerſt zurückſtrahlen, welche am meiſten gebrochen werden.

§. 518.

Wenn durch eine runde Oeffnung in ein dunkeles Zimmer Licht eingelaſſen, und ſelbiges von einem auf beyden Seiten erhabenen Glaſe in einer Entfernung von 11 bis 12 Fuß von der Oeffnung aufgefangen wird, ſo iſt das Bild, welches die gebrochenen Strahlen noch vor dem Brennpunkte auf einer Ebene verurſachen, ein weißer Kreis; geſetzt aber es würden die gebrochenen Strahlen durch ein gläſernes dreyſeitiges Prisma hindurchgelaſſen, und dieſe nach dem Prisma aufgefangen, ſo zeigt ſich das angeführte Farbenbild kleiner aber viel lebhafter und deutlicher. Wenn der durch die Oeffnung kommende Strahlencylinder weder von der erhabenen Glaslinſe noch von dem dreyſeitigen Prisma aufgefangen würde, ſo würde auf der Ebene blos ein weißer Kreis gh (Fig. 93.) abgebildet, deſſen Durchmeſſer dem Durchmeſſer der Oeffnung gleich wäre; würde ferner der Strahl von der erhabenen Linſe allein aufgefangen, ſo würde ebenfalls das Bild auf der Ebene ein weißer aber viel kleinerer Kreis als der vorhin ſeyn, aber einerley Mittelpunkt mit demſelben haben; wenn aber der hinter der Linſe gebrochene Strahlenkegel durch ein dreyſeitiges Prisma aufgefangen wird, ſo müſſen nun natürlich die vom Sonnenlichte ungleichartigen herrührenden Strahlen vermöge des §. 515. verſchiedentlich gebrochen werden, und daher ein kleineres Farbenbild verurſachen, in welchem die Farben lebhafter und deutlicher zu erkennen ſind.

§. 519.

Wenn man nach und nach einen jeden gefärbten Strahl im §. 515. durch eine convexe Linſe gehen läßt, ſo wird das nahe am Brennpunkt aufgefangene Licht ein kreisrundes Bild von eben der Farbe geben. Hierbey findet man nun die Entfernung des Brennpunktes bey allen farbichten Strahlen nicht gleich groß, bey dem rothen iſt ſie am größten und bey dem violetten am kleinſten und bey den andern findet das Mittel ſtatt. Aus dieſer verſchiedenen Brechung der farbichten Lichtſtrahlen folgt alſo, daß dasjenige Licht, welches von einem Objekte auf eine Glaslinſe fällt, hinter derſelben in ein und eben demſelben deutlichen Bilde ſich nicht vereinigen könne, vielmehr muß ein jeder einzelne gefärbte Lichtſtrahl einen eigenen Vereinigungspunkt geben. Es giebt demnach auſſer der Abweichung des Lichtes wegen der Kugelgeſtalt der Gläſer noch eine Abweichung oder Zerſtreuung des **Lichtes wegen der Farben** (aberratio ob diverſam frangibilitatem).

§. 520.

Wenn man einen kleinen Strahlencylinder im finſtern Zimmer auf einen gläſernen geraden Kegel ſo fallen läßt, daß die Spitze des Kegels dem einfallenden Strahlencylinder zugekehret iſt, ſo mahlt ſich hinter dem Kegel auf einer Ebene von den gebrochenen Strahlen ein ſchöner Kreis von allen ſieben Farben in folgender Ordnung ab: die rothe liegt dem Mittelpunkte am nächſten, dann folgt in einem Ringe die orangengelbe, hierauf in einem Ringe die hellgelbe u. ſ. f. bis zum äuſſern Ringe von violettblauer Farbe. Kehrt man aber die Grundfläche des Kegels dem Strahlencylinder zu, ſo fällt dieſes ganze Phänomen weg. Es ſey zu dem Ende (Fig. 94.) defa ein Strahlencylinder, welcher auf den Kegel abc gegen die Spitze

zu

zu auffällt, ſo wird der Strahl an, welcher auf die Spitze des Kegels kommt, ungebrochen durchgehen, weil er mit der Axe des Kegels zuſammenfällt. Diejenigen Strahlen aber, welche oberwärts der Axe auf die Kegelfläche auffallen, werden nach der Brechung eine Lage erhalten, welche unterwärts der Axe an fällt, diejenigen aber, welche unterwärts der Axe auf die Kegelfläche auffallen, werden nach der Brechung oberwärts der Axe fallen. Fällt nemlich der Strahl de auf die Fläche ab, ſo wird er nach der Brechung im Glaſe dem Einfallsloth zugelenkt, und bekömmt die Lage eh, beym Uebergange aus dem Glaſe in die Luft aber wird er von dem Neigungsloth abgelenkt, und erhält daher die Lage hk, hl, hm u. ſ. unterwärts der Axe, nachdem der Strahl ein violetter, dunkelblauer, hellblauer, grüner u. ſ. iſt, weil der violette ſtärker als der dunkelblaue, dieſer ſtärker als der hellblaue u. ſ. f. gebrochen wird. Auf eben dieſe Art wird der Strahl gf unterhalb der Axe im Glaſe nach der Richtung fi, und in der Luft nach der Richtung ik, il, im u. ſ. oberhalb der Axe gebrochen, nachdem der Strahl abermals ein violetter oder dunkelblauer oder hellblauer u. ſ. f. iſt. Hieraus ſieht man alſo offenbar, daß die hinter dem Kegel gebrochenen Strahlen in einem Kreiſe liegen müſſen, und zwar die rothen dem Mittelpunkte am nächſten, hernach die orangegelben, darauf die hellgelben u. ſ. f. bis zum äuſſerſten Rande, welchen die violetten Strahlen begränzen. Wäre im Gegentheil die Grundfläche ab (Fig. 95.) des Kegels abc gegen den einfallenden Strahlencylinder defg zugekehret, ſo geht der Strahl, welcher mit der Axe hc zuſammenfällt, ungebrochen durch. Der Strahl de über der Axe hc geht zwar auch ungebrochen ins Glas über, weil er auf die Grundfläche des Kegels ſenkrecht auffällt, fällt aber gegen die Kegelfläche

unter

unter einem ſolchen Winkel auf, daß beym Uebergange dieſes Strahls in die Luft der Sinus des gebrochenen Winkels größer als der ganze Sinus ſeyn würde, welches unmöglich iſt, daher reflektirt er nach l hin, und geht durch die Kegelfläche in b c ungebrochen durch, weil er hier entweder völlig ſenkrecht, oder doch wenigſtens ſehr nahe ſenkrecht auffällt. Eben dies findet auch mit dem Strahl g f ſtatt, dieſer wird in k reflektirt, und nimmt die Richtung k m. Der Erfolg von allen übrigen Strahlen, welche unter und oberhalb der Axe auffallen, iſt der nemliche, mithin können ſie kein Bild zuwege bringen.

§. 521.

Es iſt nicht allein das Sonnenlicht, wie bisher iſt angenommen worden, welches die verſchiedenen Farben nach der Brechung im dreyſeitigen Prisma liefert, ſondern ein jedes andere Licht zeigt dieſen nemlichen Erfolg, wenn es durchs Prisma gelaſſen wird. Aber auch nicht das Glas allein ſondert die mancherley Farben nach der Brechung ab, ſondern eine jede andere durchſichtige brechende Materie giebt nach der Brechung dieſes Phänomen. Nimmt man z. B. zwey ebene dünne Glasplatten, ſetzt ſie unter einem ſchiefen Winkel zuſammen, und verſchließt noch auf beyden Seiten die dreyeckichten Oeffnungen, ſo läßt ſich nun in dies offene prismatiſche Gefäß Waſſer füllen. Bringt man nun dieſes mit Waſſer gefüllte Prisma an das Sonnenlicht in einem finſtern Zimmer, ſo erhält man an der ebenen Fläche hinter demſelben eben das länglichte Farbenbild.

§. 522.

Man nennt dasjenige Licht, welches durch Brechung in einem dreyſeitigen Prisma keine veränderliche Farben erhält, einfaches, gleichartiges, homoge-

nes Licht, dasjenige aber, welches durch Brechung verſchiedene farbichte Lichtſtrahlen beſitzet, zuſammengeſeztes, ungleichartiges, heterogenes Licht. Es kann möglich ſeyn, daß ungleichartiges Licht in Anſehung der Farbe dem homogenen ähnlich iſt, man muß es aber noch nicht für gleichartig halten; die Brechung deſſelben in einem dreyſeitigen Prisma wird die Zuſammenſetzung oder die Einfachheit des Lichtes erſt zeigen müſſen. Nach den bisherigen Erfahrungen giebt es alſo ein ſiebenfaches gleichartiges Licht, nemlich rothes, orangegelbes, hellgelbes, grünes, hellblaues, dunkelblaues und violettes. Gegen dieſe Anzahl vom homogenen Lichte hat man ſonſt viele, aber unerhebliche Einwendungen gemacht; neulich aber noch hat Herr **Wünſch** verſchiedene ſorgfältig angeſtellte Verſuche angegeben, welche allerdings der Aufmerkſamkeit der Phyſiker werth ſind, und welche ihn beſtimmen, nur drey Gattungen vom Lichte als einfach anzunehmen, nemlich das rothe, grüne und violette, das übrige Licht, als das orangegelbe das hellgelbe, das hellblaue und das dunkelblaue ſoll nach ihm zuſammengeſetzt ſeyn. M. ſ. Verſuche und Beobachtungen über die Farben des Lichtes, angeſtellt und beſchrieben von **Chriſt. Ernſt Wünſch**. Leipzig 1792. 8.

§. 523.

Die bisherigen Erfahrungen verſtatten nun mit **Newton** folgende Folgen daraus herzuleiten: das weiße Licht muß aus den verſchiedenen Gattungen des einfachen Lichtes zuſammengeſetzet ſeyn; alle dieſe Gattungen müſſen in einerley brechenden Materie verſchiedene Brechungsverhältniſſe beſitzen, und eben darum muß das weiße Licht bey gleichem Einfallswinkel nach der Brechung das einfache Licht, weil es verſchiedentlich gebrochen wird, von einander abſondern, und jedes beſon-

beſonders auf der Ebene, welche es auffängt, zeigen. In der verſchiedenen Brechbarkeit des einfachen Lichtes liegt aber auch der Grund, warum das Farbenbild auf der Ebene länglicht erſcheine. Daß bey dem Farbenbilde ſelbſt die verſchiedenen Farben durch keine ſcharfe Gränzlinie unterſchieden ſind, ſondern durch unendliche Abſtuffungen gleichſam ineinander fließen, davon läßt ſich der Grund ſo geben: bey einem jeden gefärbten Strahl giebt es eigentlich unendlich viele Verſchiedenheiten von Brechbarkeit, welche zwiſchen der größten und kleinſten Brechbarkeit ſich befinden. Betrachtet man das rothe Licht zuerſt, welches alſo die geringſte Brechbarkeit beſitzet, ſo würde dieſes für ſich allein ein kreisrundes Bild der Sonne nach der Brechung geben müſſen; zu dieſem Lichte kommt nun noch etwas größer brechbares rothes Licht hinzu, welches ebenfalls für ſich ein kreisrundes Bild der Sonne bildet, deſſen Mittelpunkt mit dem Mittelpunkte des vorigen nahe zuſammenfällt; hierzu kommt noch mehr brechbares rothes Licht hinzu, deſſen Bild wiederum ein Bild der Sonne iſt, und wovon der Mittelpunkt dem Mittelpunkte des vorigen Bildes nahe liegt, und ſo geht es durch alle mögliche Gattungen vom rothen Lichte fort bis zu dem geringſten brechbaren orangegelben Lichte und ſo weiter bis zu dem größten brechbaren violetten Lichte; daraus folgt aber, daß lauter ineinander fließende Kreiſe entſtehen, deren Anzahl wegen der unendlich vielen Verſchiedenheiten des gefärbten Lichtes unendlich iſt, und eben dies verurſachet, daß die ſieben Farben, welche wir nur wegen der Unvollkommenheit unſeres Geſichtes wahrnehmen können, durch keine ſcharfen Gränzlinien abgeſondert ſind, und daß das Farbenbild ſelbſt auf beyden Seiten durch Kreisbogen begränzt iſt. Auch erhellet hieraus, daß das Farbenbild auf beyden Seiten durch gerade mit einander parallellaufende Linien begränzt ſeyn müſſe.

§. 524.

§. 524.

Der Grund der verſchiedenen Brechbarkeit der mancherley Arten des weißen Lichtes liegt vermuthlich in der ungleichen Anziehung der brechenden Materie mit dieſen verſchiedenen Arten des einfachen Lichtes. Dieſe ungleiche Anziehung des weißen Lichtes mit einerley brechenden Materie ſetzt natürlich voraus, daß der weiße Lichtſtrahl aus keinem gleichartigen, ſondern aus ungleichartigem Lichte beſtehe, welches erſt nach der Brechung in einem Prisma voneinander abgeſondert, und auf dieſe Weiſe eine Empfindung durch das Geſicht von den verſchiedenen Farben in uns wirke.

§. 525.

Aus allen dieſen bisherigen Erfahrungen von dem durch die Brechung farbichtem Lichte läßt ſich erklären, woher die Farben entſtehen, welche man an den verſchiedenen Körpern wahrnimmt. Würde das Sonnenlicht aus einer Miſchung von lauter gleichartigem Lichte beſtehen, ſo würde man in der Sinnenwelt alles weiß ſehen. Es beruhen alſo die verſchiedenen Farben ganz auf die Ungleichartigkeit der Lichtſtrahlen, welche entweder von leuchtenden Körpern ausfließen, oder von erleuchteten Körpern reflektiret werden. Diejenigen Körper alſo, welche in uns eine Empfindung von einer gewiſſen Farbe hervorbringen, müſſen entweder in unſer Auge einerley Lichtſtrahlen ſenden, oder ſelbige reflektiren. Es ſieht demnach ein Körper weiß aus, wenn er alle Lichtſtrahlen im gehörigen Verhältniſſe unzerſetzt in unſer Auge ſendet, hingegen ſieht er blau, roth, grün u. d. g. wenn er alle übrige Strahlen einſauget oder durchläßt, und nur das blaue, oder rothe, oder grüne Licht in unſer Auge ſendet. Schwarz iſt ein Körper, wenn er gar kein Licht in unſer Auge ſendet, folglich iſt die ſchwarze Farbe die Abweſenheit alles Lichtes.

Anmerk.

Anmerk. Herr Zube vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre, II. Band S. 507. glaubt, daß die Lichtmaterie aus zweyen Stoffen, nemlich aus dem Sauerſtoffe und aus einem andern in allen Körpern befindlichen Stoffe, dem Lichtſtoffe, zuſammengeſetzt ſey. Weil nun ein jeder ſäurerbarer Stoff auf ſehr verſchiedene Art geſäuret werden könne, ſo gebe es unfehlbar auch zwiſchen dem Lichtſtoffe und dem Sauerſtoffe vielerley Arten der Verbindung, aus welchen die Verſchiedenheit der Farben entſpringe. Im weißen Lichte ſchiene der Lichtſtoff mit Sauerſtoff geſättiget zu ſeyn, im blauen ſey wahrſcheinlich ein Ueberſchuß vom Lichtſtoffe, im rothen ein Ueberſchuß vom Sauerſtoffe, und das gelbe ſchiene nicht völlig ſo vielen Lichtſtoff, als zur Sättigung des Sauerſtoffs nöthig iſt, wiewohl dennoch viel mehreren als das rothe, zu enthalten. Fiel alſo ein ganz einfacher weißer Strahl d. i. ein ſolcher, welcher mit dem Sauerſtoffe völlig geſättiget iſt, in ein Prisma, ſo müßte zwar das ganze Licht gegen das Neigungsloth im Glaſe gebrochen werden, aber dennoch müßte der Lichtſtoff näher nach dem Lothe zu gehen, und ſich daſelbſt ſtärker anhäufen, als der Sauerſtoff, weil das Glas jenen etwas ſtärker als dieſen anzöge. Der Strahl müſſe ſich alſo in Farben theilen, und von einer Seite violett, von der andern roth erſcheinen. Daß das Licht wirklich aus den beyden Stoffen aus dem Sauerſtoffe und aus dem eigenen Lichtſtoffe zuſammengeſetzt ſey, führt er dieſes Beyſpiel an: der Schwefel brennt in gemeiner Luft blau, in reiner ſäuernder Luft aber blendend weiß. Allein mir ſcheint aus dem Verbrennen eines verbrennlichen Körpers noch gar nicht zu folgen, daß die Lichtmaterie aus den

beyden angeführten Stoffen zuſammengeſetzt ſey. Denn ohne Zweifel hat der Sauerſtoff, welcher in der reinen ſauernden Luft ſich befindet, bey einer gewiſſen Temperatur, mit dem verbrennlichen Körper eine größere Verwandſchaft, als mit dem Lichte, und der Wärmematerie, welche beyde in dieſer Luft freyer werden, als in der atmoſphäriſchen Luft, und in ihrer Verbindung die blendendweiße Flamme verurſachen. Herr Gren in dem ſyſtematiſchen Handbuche der Chemie. Halle 1794. §. 228. nebſt andern glaubt, das ſtrahlende Licht ſey zuſammengeſetzt aus Wärmeſtoff und einer eigenen Baſis, welche er Brennſtoff oder Phlogiſton nennt, weil in alle den Fällen, wo Licht frey werden ſoll, immer erſt ein Grad von Hitze oder Wärme nöthig ſey. Die Farben erkläret er nun aus dieſem ſtrahlenden Lichte eben ſo, wie Newton. Allein es entſteht immer noch die Frage, ob das Leuchten ein wirkliches Verbrennen ſey, und ob nicht Leuchten ohne Wärmeſtoff ſtatt finden könne? Wenigſtens ſcheinen einige Verſuche, welche Herr Göttling in dem Beytrage zur Berichtigung der antiphlogiſtiſchen Chemie. Weimar 1794. 8. angeführet hat, dies zu beſtätigen. Vielleicht kann aber auch ſelbſt die ſtrahlende Wärmematerie von dem Lichte ihre Strahlung erhalten, wie der Herr de Lúc in den neuen Ideen der Meteorologie zu erweiſen ſuchet. Ich glaube, daß der Lichtſtoff an und für ſich einfach ſey, übrigens aber wie der Wärmeſtoff, mit allen Körpern eine Verwandſchaft beſitze, und dadurch verſchiedene Modifikationen erleide, und vielleicht in Verbindung mit dem Sauerſtoffe die verſchiedenen farbichten Strahlen durch die Brechung hervorbringe. Allein die Erfahrungen darüber ſind noch nicht

ſo,

ſo, daß man entſcheidend davon ſprechen könne. Einen merkwürdigen Aufſatz über den Licht- und Wärmeſtoff, hat neuerlich Herr D. Scherer (Nachträge zu den Grundzügen der neuern chemiſchen Theorie von Alex. Nikol. Scherer. Jena 1796.) geliefert, S. 18 — 185. worin er mit vielem Scharfſinne die bisher aufgeſtellten Gründe für die Materialität des Licht- und Wärmeſtoffs zu widerlegen ſich bemühet hat. Er ſucht darzuthun, daß durch die Erwärmung eines Körpers nicht etwas an denſelben trete, ſondern nur das Verhältniß der Grundkräfte gegen einander abgeändert werde, ſo daß die zurückſtoßende ein Uebergewicht vor der anziehenden erhalte, und dieſes ſoll durch den Stoß der ponderabeln Theile der Luft hervorgebracht werden. So ſehr auch alle von ihm angeführten Gründe beherziget zu werden verdienen, ſo ſcheinen mir ſelbige doch lange noch nicht hinreichend zu ſeyn, die Materialität dieſer beyden Stoffe gänzlich zu läugnen, und ſie blos aus den verſchiedenen Verhältniſſen der Grundkräfte gegen einander entſtehen zu laſſen. Es erfordert nur alle mögliche Behutſamkeit, den Grundkräften nicht mehr beyzulegen, als was ſie zu leiſten vermögen! —

§. 526.

Wenn man durch ein dreyſeitiges Prisma erleuchtete Gegenſtände betrachtet, ſo findet man die Ränder von allen mit Farben eingefaßt. Sind aber ſonſt dieſe Gegenſtände entweder weiß oder überhaupt einfärbig, ſo erſcheinen auch dieſe durch das Prisma betrachtet, von dieſer Farbe, an den Rändern hingegen allemal von bunten Farben. Betrachtet man ferner einen dunkeln Gegenſtand auf einem weißen, ſo

werden ſich ebenfalls an den Rändern des weiſſen bunte Farben zeigen, aber in umgekehrter Ordnung, als wenn ein weißer Gegenſtand auf einem dunkeln durchs Prisma betrachtet wird. Wäre ein dunkler Gegenſtand auf einem weißen ſehr ſchmal, ſo kann er durchs Prisma betrachtet ganz verſchwinden, weil ihn der weiße Grund von beyden Seiten mit ſeinen farbichten Rändern bedeckt. Dergleichen und ähnliche Verſuche, welche der Herr v. Göthe in den Beyträgen zur Optik. Weimar 8. 1ſtes und 2tes Stück 1791. 1792. vollſtändig beſchrieben hat, ſind aus Newtons Erfahrungsſätzen, welche bisher angegeben ſind, ſehr leicht zu erklären. M. ſ. Hube am a. O. S. 502. u. ſ. Uebrigens beweiſen die farbigten Ränder der ſichtbaren Körper durchs Prisma betrachtet, daß das Licht der leuchtenden Körper ſowohl als auch der erleuchteten, welches ſie in unſer Auge ſenden, aus verſchiedenen Arten vom gleichartigen Lichte beſtehn, und daß ſelbſt diejenigen Körper, welche in uns die Empfindung einer einzigen Farbe zuwege bringen, dennoch noch vieles weiße Licht mit ausſenden. Vielleicht giebt es in der Natur keinen einzigen Körper, welcher allein einen einfach gefärbten Lichtſtrahl in unſer Auge ſendet. Die unzähligen Farben, welche wir an den Körpern wahrnehmen, ſind mehrentheils aus andern Farben in unzähligen Verhältniſſen mit einander vermiſcht, und ſtrahlen dies zuſammengeſetzte Licht in unſre Augen.

§. 527.

Es giebt viele Körper, welche das auf der Oberfläche deſſelben zurückſtrahlende Licht zu gleicher Zeit auch brechen. Dieſe erſcheinen in verſchiedener Richtung und unter verſchiedener Neigung betrachtet verſchiedentlich gefärbt, wie z. B. die Pfauenfedern, die Federn am Halſe der Tauben, der Schillertaffet u. d. g.

Es

Es giebt auch durchſichtige Körper, welche andere Strahlen zurückſenden, als ſie durchlaſſen; dieſe erſcheinen bey dem reflektirten Lichte in einer ganz andern Farbe, als beym gebrochenen Lichte. So läßt unſere atmoſphäriſche Luft das mehreſte weiße Licht hindurch, reflektiret aber auch zugleich in großer Entfernung blaues Licht, und ſieht daher im reflektirten Lichte blau aus.

§. 528.

Auſſer der Zurückſtrahlung und Brechung des Lichtes hat man eine andere Eigenſchaft an demſelbigen wahrgenommen, welche man die Beugung des Lichtes nennt (inflexio ſ. diffractio lucis). Wenn nemlich die Lichtſtrahlen ſehr nahe an dem Rande eines Körpers vorbeygehen, ſo weichen ſie von ihrem geradlinichten Wege ab, indem ſie entweder von dem Körper gleichſam angezogen oder davon abgeſtoßen werden. Dieſe Eigenſchaft des Lichtes ward in der Mitte des vorigen Jahrhunderts vom P. Grimaldi (m. ſ. *Grimaldi* de lumine coloribus et iride Bonon. 1665. 4.) zuerſt entdeckt, und nachher von Newton im dritten Buche ſeiner Optik weiter unterſucht. Newton brachte zwey ſcharfe Meſſerſchneiden in einer Entfernung von etwa $\frac{1}{400}$ Zoll von einander, und ließ zwiſchen ſelbige einen Lichtſtrahl hindurch, hier bemerkte er, daß ſich der Strahl in zwey Theile theilte, und in der Mitte zwiſchen den beyden Meſſerſchneiden einen dunkelen Schatten ließ, welcher deſto breiter wurde, je näher er die Meſſerſchneiden zuſammenbrachte, bis zuletzt bey Berührung derſelben alles Licht verſchwand. Zugleich bemerkte er auf jeder Seite des Schattens farbichte Lichtſtreifen. Mit der Unterſuchung der Beugung des Lichtes haben ſich nachher noch verſchiedene andere beſchäftiget; aber noch keine Geſetze auffinden können, nach welchen ſich die Beugung des

Lichtes richtete. Vielleicht iſt die Urſache dieſes Phänomens darin zu ſuchen, daß die Lichtmaterie, welche an dem angehaltenen Körper vorbeyſtreichen ſoll, mehr als der etwas entferntere von demſelben angezogen, in der Oberfläche des Körpers mehr gebrochen, und nachher in unſer Auge reflektiret werde, wodurch die Theilung des Lichtes in farbichte Strahlen verwandelt wird.

§. 529.

Wenn zwey oder auch mehrere Glaslinſen in einer Röhre hinter einander ſo geſtellet werden, daß ihre Axen in eine einzige gerade Linie fallen, ſo können alsdenn die auf dieſe Weiſe zuſammengeſetzten Gläſer dazu dienen, weit entlegene Sachen dem Auge unter einem größern optiſchen Winkel darzuſtellen, folglich demſelben zugleich zu geſtatten, daß es ſelbige deutlicher ſiehet, als es dieſelben ohne dieſe Gläſer ſehen würde. Solche optiſche Werkzeuge nennt man **Fernröhre** oder **Teleſcope** (tubi ſ. teleſcopii).

§. 530.

Wenn ein Objekt von einem erhabenen Glaſe, welches gegen ſelbiges gerichtet worden, weit entfernet iſt, ſo verurſachen alle die von demſelben auf die Linſe auffallenden Strahlen nach der Brechung ein Bild (§. 500.), und es iſt nun eben ſo viel, als wäre dieſes Bild das wirkliche Objekt, von welchem die auf eine andere Glaslinſe auffallende Strahlen hinter ſelbigem ſo gebrochen werden, daß ſie davon ein Bild zuwege bringen. Man ſieht leicht, daß ein ſolches Bild allemal erfolgen werde, es mögen ſo viele Gläſer hinter einander geſtellet ſeyn, als man will. Sollen aber alle dieſe Gläſer phyſiſche Bilder zu Stande bringen, ſo weiß man, daß es Sammlungsgläſer ſeyn müſſen, und das nächſtfolgende von dem vorhergehenden eine ſolche

ſolche Entfernung beſitze, daß ein jedes ein phyſiſches Bild bewirken könne. Jedoch iſt es aber eben nicht nothwendig, daß die Gläſer alle Sammlungsgläſer ſeyn müſſen, es kann auch ein und das andere Glas ein Zerſtreuungsglas ſeyn. Auch iſt es verſtattet, das eine Glas dem andern ſo nahe zu bringen, daß die im vorhergehenden Glaſe gebrochenen Strahlen das nächſtfolgende, noch ehe ein wirkliches Bild entſtehen konnte, auffängt.

§. 531.

Die Glaslinſen, welche in einem Fernrohre hinter einander geſtellet werden, erhalten beſondere Namen. Dasjenige Glas, welches in einem Fernrohre dem zu betrachtenden Gegenſtande zugekehret iſt, heißt das Objektivglas oder Vorderglas. Dieſes iſt allemal convex und hat einen größern Brennraum als die übrigen Glaslinſen. Die übrigen Gläſer nennt man Okulargläſer. Auch heißt diejenige Zahl, welche angiebt, wie vielmal der Sehewinkel durch die Gläſer größer erſcheine, als wenn das Objekt ohne Gläſer durch das bloße Auge bey einerley Entfernung betrachtet würde, die Vergrößerungszahl. Den Raum endlich, welchen das Auge durch ein Fernrohr überſehen kann, und wegen der Figur der Gläſer kreisförmig iſt, nennt man das Geſichtsfeld.

§. 532.

Ein mittelmäßig gutes Auge kann einen Gegenſtand deutlich ſehen, wenn die von demſelben ausflieſſenden Strahlen entweder völlig oder doch beynahe in paralleller Lage auf den Stern des Auges fallen. Man muß alſo bey Anordnung optiſcher Werkzeuge darauf ſehen, daß die auf das letzte Okularglas fallende Strahlen nach der Brechung eine ſolche Lage erhalten, daß ſie auf den Stern des Auges beynahe parallel

kommen. Ein kurzſichtiges Auge kann hingegen nur alsdenn deutlich ſehen, wenn die von einem jeden Punkte des Objektes herkommenden Strahlen nach der Brechung mehr auseinanderfahrend als parallel auf den Stern des Auges fallen. Es muß alſo auch ein ſolches optiſches Werkzeug ſo eingerichtet werden können, daß man die Entfernung der Gläſer, oder wenn es nur ein Okularglas iſt, die Entfernung dieſes Glaſes von dem Objektivglaſe ein wenig ändere, damit die von einem jeden Punkte des Objektes herkommenden Strahlen nach der Brechung auf den Stern des Auges auseinanderfahrend auffallen.

§. 533.

Das erſte Fernrohr, welches in Holland von Galiläus erfunden worden, und daher auch das holländiſche oder galiläiſche Fernrohr genennet wird, hat zum Augenglaſe eine Hohllinſe, und zum Objektivglaſe eine convexe Linſe. Wenn nun die auf das hohle Augenglas fallende Strahlen nach der Brechung eine ſolche Lage erhalten ſollen, daß ſie miteinander parallel ſind, ſo wird erfordert, daß die Entfernung des Objektivglaſes von dem Okularglaſe ſo groß als die Differenz der Brennweite ſeyn müſſe. Die Vergrößerungszahl bey dieſem Fernrohre findet man, wenn die Länge des Brennpunktes der Hohllinſe in die Brennweite des Objektivglaſes dividiret wird. Durch dieſes Fernrohr ſieht man zwar alle betrachtete Gegenſtände aufgerichtet, allein das Geſichtsfeld, welches man damit überſehen kann, iſt klein, und wird daher heut zu Tage zu weiter nichts gebraucht, als zu gemeinen Perſpektiven auf der Erde. Es ſey ab (Fig. 96.) ein ſichtbares Objekt, welches auf der Axe bp der beyden Linſen cd und hi ſenkrecht ſteht. Die aus den leuchtenden Punkten a und b auf die Linſe cd auffallenden Strahlenkegel afe und bef erhalten nach

nach der Brechung eine ſolche Lage, daß ſie in den Punkten p und q zuſammenlaufen würden. In dieſer Lage fallen ſie auf die Hohllinſe hi, und es ſind nun diejenigen Strahlen, welche in p zuſammenkommen würden, mit der Hauptaxe parallel, diejenigen aber, welche in q zuſammenlaufen würden, ſind mit dem Hauptſtrahl kq parallel. Wenn alſo das Auge unmittelbar hinter der Hohllinſe ſeine Stelle hat, ſo ſieht es das Objekt deutlich und aufgerichtet unter dem Winkel plq. Wäre das Auge in g, ſo würde es das Objekt ohne Glas unter dem Winkel agb = pgq ſehen. Weil nun dieſe Winkel plq und pgq klein ſind, ſo hat man $plq : pgq = \frac{pq}{lp} : \frac{pq}{gp} = gp : lp$ d. h. das Objekt ab ſcheint durch das Fernrohr ſo vielmal vergrößert, als die Brennweite pl des Okulars in der Brennweite gp des Objektivglaſes enthalten iſt.

§. 534.

Weil bey dem Galiläiſchen Fernrohre nicht allein das Geſichtsfeld, welches durch ſelbiges überſehen wird, klein iſt, ſondern auch vorzüglich noch dieſe Unbequemlichkeit eintritt, daß man das Auge unmittelbar hinter die Hohllinſe halten muß, ſo hat man nachher ſtatt der Hohllinſe zum Augenglaſe auch ein Sammlungsglas gewählet. Es müſſen aber beyde das Objektiv- und das Okularglas in einerley Axe ſo geſtellet werden, daß ihre Entfernung von einander der Summe der Brennweiten gleich iſt. Durch ein ſolches Fernrohr ſieht man zwar weit entlegene Objekte deutlich, aber nur verkehrt, und ſo vielmal vergrößert, als die Brennweite des Okulars in der Brennweite des Objektivs enthalten iſt. Dieſes Fernrohr, welches ein weit größeres Geſichtsfeld als das Galiläiſche hat, gebrauchte man vorzüglich zur Betrachtung der

Himmelskörper, und hat daher auch den Namen eines Sternrohrs erhalten. Iſt das Objekt ab (Fig. 97.) von dem Objektive ſehr weit entfernt, ſo fallen die von einem jeden Punkte deſſelben ausfließenden Strahlen beynahe in paralleler Lage auf ſelbiges, und es iſt demnach die Entfernung gp des Bildes der Fokuslänge des Objektives gleich. Aus einem jeden Punkte dieſes Bildes pq fahren hinter demſelben die Strahlen wieder auseinander, und das Okular fängt ſelbige eben ſo auf, als wenn pq ein wirklich leuchtendes Objekt wäre; wenn demnach pl gerade ſo groß als die Fokuslänge des Okulars iſt, ſo kommen alle die auf ſelbiges fallende Lichtſtrahlen nach der Brechung in eine ſolche Lage, daß ſie mit der Axe und dem mittleren Strahle lm parallel laufen. Es wird folglich auch ein mittelmäßiges Auge in o das Objekt ab deutlich, aber nur verkehrt, ſehen, und zwar unter dem vergrößerten Winkel plq. In g würde das Auge den Gegenſtand ab ohne Glas unter dem Winkel $agb = pgq$ ſehen. Weil nun die beyden Winkel plq und pgq klein ſind, ſo hat man $plq : pgq = \frac{pq}{pl} : \frac{pq}{gp} = gp : pl$ d. h. das Objekt ab ſcheint durch das Sternrohr ſo vielmal vergrößert, als die Brennweite pl des Okulars in der Brennweite pg des Objektivglaſes enthalten iſt.

§. 535.

Solche Fernröhre, welche aus vier Sammlungsgläſern ſo zuſammengeſetzt werden, daß ſie die dadurch betrachteten Gegenſtände dem Auge deutlich und aufrecht darſtellen, haben den Namen der **Erdfernröhre**, deren Erfinder Pater Rheita ſeyn ſoll, erhalten. Wenn mit dem Okularglaſe des gemeinen Sternrohres noch zwey Sammlungsgläſer als Okulargläſer ſo verbunden werden, daß der Brennpunkt des

zwey-

zweyten Okulars mit dem Brennpunkte des dritten zuſammenfällt, ſo erhält man durch dieſe Zuſammenſetzung ein Erdfernrohr. Die Strahlen haben nemlich durch die Brechung im erſten Okulare eine ſolche Lage erhalten, als kämen ſie von einem unendlich weit entfernten Objekte her, welches unter dem Winkel v k x (Fig. 98.) geſehen wird. Zieht man nun i m mit q v parallel, ſo iſt dieſer der mittlere Strahl von denenjenigen, welche mit q v parallel ſind. Alle die mit q v auf die Linſe r t parallel auffallenden Strahlen laufen hinter ſelbige in m, und die mit der Axe k l parallel laufenden in n zuſammen, ſo daß n der Brennpunkt des Okulars r t iſt, und es ſteht nun das Bild n m des Objektes aufrecht. Iſt nun das dritte Okularglas ſo geſtellet, daß n f der Brennweite dieſes Okulars gleich iſt, ſo werden alle die aus n ſich ausbreitenden Strahlen mit der Hauptaxe nach der Brechung, und die aus m ſich ausbreitenden mit dem mittleren Strahle m f parallel. Befindet ſich alſo das Auge in o, ſo wird es das Objekt völlig deutlich und aufrecht ſehen, und zwar unter dem Winkel m f n. Wäre die Brennweite des letztern Okulars gerade ſo groß, als die Brennweite des zweiten, ſo ſieht man leicht, daß der optiſche Winkel m f n eben ſo groß, als der Winkel v k x bleibt, daß folglich das Auge in o den Gegenſtand nicht größer und kleiner als in x ſiehet, aber nur aufgerichtet, welches eigentlich der Endzweck bey dem Erdfernrohre iſt. Wäre hingegen die Brennweite des letztern Okulars kleiner als des zweyten, ſo würde man hierdurch auch einen größern optiſchen Winkel erhalten, und das Auge würde in o das Objekt noch mehr vergrößert als in x ſehen.

§. 536.

Wenn man in der Ausübung die Freyheit hätte, alles dasjenige, was für die Brechung des Lichtes in

den Glaslinſen ſtatt findet, ohne Unterſchied zu gebrauchen, ſo würde man ein Fernrohr von geringer Länge ſo anordnen können, daß ein Objekt dadurch betrachtet anſehnlich vergrößert erſcheinen müſſe. Allein wegen der Abweichung des Lichtes wegen der Farben ſowohl als auch wegen der Kugelgeſtalt der Linſen iſt man ſehr vielen Einſchränkungen unterworfen. Daher kommt es, daß man ſehr lange Fernröhre verfertigen müſſe, wenn man ſelbiges zu einer anſehnlichen Vergrößerung der Objekte gebrauchen will. Aber auch hier wird man noch einige Unvollkommenheit wahrnehmen. Das Augenglas wird nemlich wegen der Abweichung des farbichten Lichtes alle Strahlen nie ſo brechen können, daß ſie in paralleler Lage ins Auge kommen; daher muß das Auge wegen der farbichten Strahlen das betrachtete Objekt gefärbt ſehen. Die Erfahrung allein muß beſtimmen, was vor ein Augenglas mit dem Objektivglaſe verbunden werden müſſe, damit die farbichten Strahlen der Deutlichkeit des Objektes ſo viel als möglich unſchädlich ſind. Huygen fand, daß ein Sternrohr gute Dienſte leiſte, wenn die Brennweite des Objektivglaſes 30 Fuß, deſſen Oeffnungshalbmeſſer 3 Zoll und des Okulars Brennweite $3\frac{1}{5}$ Zoll Rheinländ. Maaß hatte.

§. 537.

Leonh. Euler kam ohngefähr im Jahre 1747 auf den Gedanken, die Fehler der gewöhnlichen Fernröhre, welche von der Abweichung des Lichtes wegen der Farben herrühren, dadurch zu verbeſſern, daß er das Objektivglas aus zweyen oder dreyen hintereinandergeſtellten Gläſern zuſammenſetzte, welche das Licht nicht auf einerley Art brächen, ſo daß das eine Glas die farbichten Strahlen vereinigte, wenn das andere ſelbige trennte. Johann Dollond, welcher anfänglich Eulern zuwider war, verfertigte zuerſt ein Fern-

Fernrohr dieſer Art, daher man es auch das Dollondiſche Fernrohr nennt. Man kann die aus zweyen oder dreyen nahe aneinander geſtellten Objektivgläſer als ein einziges aus beyden oder dreyen Gläſern zuſammengeſetztes Objektivglas betrachten. Wenn alsdenn ein von dieſem Objektive unendlich weit entferntes Objekt hinter dem letzten Glaſe ein Bild zuwege bringt, ſo iſt alsdenn die Entfernung dieſes Bildes von dem letzten Glaſe die Brennweite des zuſammengeſetzten Objektivs. Die Erfahrung lehret, daß man von einem ſolchen zuſammengeſetzten Objektive ein beynahe völlig farbenloſes Bild erhalte, daher es auch ein farbenloſes oder achromatiſches Objektiv genennt wird. Dollond ſtellte übrigens verſchiedene Verſuche an, um die Eigenſchaften der verſchiedenen Glasarten in Anſehung der Brechung zu erforſchen. Vorzüglich gebrauchte er hierzu das Kronglas und das weiße Kryſtallglas, oder das ſogenannte Flintglas. Für Luft und Kronglas hat er das mittlere Brechungsverhältniß = 1,53 : 1 und für Luft und Flintglas = 1,58 : 1 gefunden; auch hat er für das Verhältniß der Farbenzerſtreuung im Kronglaſe und Flintglaſe beynahe = 2 : 3 geſchloſſen. Demnach bricht das Kronglas die Farben etwas weniger als das Flintglas, und das erſtere zerſtreuet die Strahlen etwas weniger als das andere. Um ein achromatiſches Objektiv vortheilhaft anzuordnen, lehrt die Erfahrung, daß die erhabene Linſe des doppelten oder die beyden erhabenen Linſen des dreyfachen Objektives aus Kronglaſe und die Hohllinſe aus Flintglaſe verfertiget werden. Die Abmeſſungen, welche die Gläſer des zuſammengeſetzten Objektivs beſitzen müſſen, werden durch die Mathematik beſtimmt, und gehören nicht hieher. Die Theorie von den achromatiſchen Fernröhren findet man in folgenden Schriften: *Sam. Klingenſtierna*

ten-

tentamina de definiendis et corrigendis aberrationibus luminis in lentis ſphaericis refracti, et de perficiendo teleſcopio dioptrico. Petrop. 1762. gr. 4. Nik. Fuß umſtändliche Anweiſung, wie alle Arten von Fernröhren in der größten möglichſten Vollkommenheit zu verfertigen ſind, a. d. Franzöſiſchen von Geo. Sim. Klügel. Leipz. 1778. 4.

§. 538.

Optiſche Werkzeuge, welche dazu dienen, ſehr kleine und dem Auge nahe liegende Sachen demſelben unter einem größern Sehewinkel darzuſtellen, nennt man **Vergrößerungswerkzeuge** oder **Mikroſcope** (microſcopia ſ. engyſcopia). Ein ſolches Mikroſcop beſteht entweder nur aus einer einzigen Glaslinſe, oder aus mehreren ſo nahe zuſammengeſetzten Linſen, daß ſie als eine einzige zu betrachten ſind, und in dieſem Falle nennt man es ein **einfaches Mikroſcop**. Wird aber ein Mikroſcop aus mehreren Linſen ſo zuſammengeſetzet, daß es wenigſtens aus einem Objektive und aus einem davon ziemlich entfernten Augenglaſe beſteht, wie etwa bey Fernröhren, ſo hat ein ſolches den Namen eines **zuſammengeſetzten Mikroſcops** erhalten. Ein mittelmäßig gutes Geſichte ſieht kleine Sachen in einer von 8 Zoll weiten Entfernung vom Auge noch deutlich; wenigſtens iſt dies die gewöhnlichſte Vorausſetzung bey Anordnungen der Mikroſcope. Daher verſteht man auch bey Mikroſcopen unter der Vergrößerungszahl diejenige Zahl, welche angiebt, wie vielmal der Sehewinkel durch Gläſer größer erſcheine als derjenige, unter welchem das Objekt würde geſehen werden, wenn es vom Auge 8 Zoll weit entfernet wäre. Unter den einfachen Mikroſcopen iſt das ſogenannte **Wilſoniſche** oder **Lieberkühniſche** das bekannteſte und einfachſte, unter den zuſammengeſetzten aber das **Cuffiſche**.

ſche. M. ſ. Gehlers phyſikal. Wörterbuch, Th. III. S. 217. u. ſ. Brander Beſchreibung zweyer zuſammengeſetzter Mikroſcope. Augsb. 1769 8.

§. 539.

Es ſey AB (Fig. 99.) ein kleines Objekt, welches in der Entfernung Ae vom Auge noch deutlich geſehen werden kann, ſo iſt der Sehewinkel $AeB = \frac{AB}{Ae}$, weil er ein ſehr kleiner Winkel iſt. Dieſes kleine Objekt bringe man vor die Linſe cd entweder in den Brennpunkt oder ſehr nahe dabey, ſo wird das unmittelbar hinter der Linſe befindliche Auge in o alle in der Linſe gebrochene vom Objekte herkommende Strahlen entweder völlig oder beynahe in paralleler Lage auffangen, und folglich ſelbiges unter dem vergrößerten Winkel aeb deutlich ſehen. Da nun auch dieſer Winkel klein iſt, ſo hat man auch $aeb = \frac{ba}{ae} = \frac{BA}{ae}$, folglich verhält ſich $AeB : aeb = \frac{AB}{Ae} : \frac{AB}{ae} = ae : Ae$. Nimmt man nun $Ae = 8$ Zoll, ſo findet man die Vergrößerungszahl, wenn die Brennweite der Linſe in 8 Zoll dividiret wird. Es kann alſo eine kleine Linſe von kurzer Brennweite als ein einfaches Mikroſcop dienen, wenn das kleine Objekt entweder in dem Brennraume oder ſehr nahe dabey ſich befindet, und das Auge unmittelbar hinter der Linſe ſeine Stelle hat.

§. 540.

Es ſey ab (Fig. 100.) ein kleines Objekt, welches von der kleinen mikroſcopiſchen Linſe cd ein wenig weiter abſteht, als die Brennweite deſſelben iſt,

ſo werden alle die von dem Objekte auf die Linſe auffallenden Strahlen nach der Brechung zuſammenlaufend, und verurſachen das Bild pq; iſt nun hinter dieſem Bilde eine größere Glaslinſe fg ſo geſtellet, daß deſſen Brennweite = hp iſt, ſo werden die vom Bilde pq auf die Linſe fallenden Strahlen hinter derſelben parallel gebrochen, und kommen ſo ins Auge o. Demnach ſieht das Auge o das kleine Objekt ab unter dem vergrößerten Winkel kho. Will man die Länge eines ſolchen zuſammengeſetzten Mikroſcops nicht zu groß haben, ſo kann man noch zwiſchen der mikroſcopiſchen Linſe und dem Okulare fg eine dritte auf beyden Seiten erhabene Linſe anordnen, welche die nach der mikroſcopiſchen Linſe cd gebrochenen Strahlen, noch ehe ſie das Bild des Objektes zuwege bringen, auffangen, wodurch jene Strahlen weit früher convergirend werden, und daher das umgekehrte Bild eher zu Stande bringen. Fällt nun dieſes Bild eben ſo wie vorher in den Brennpunkt des Okulars, ſo ſieht das Auge das Objekt unter einem vergrößerten Winkel.

§. 541.

Wenn die Lichtſtrahlen in ihrer Bewegung an Körper kommen, welche ſelbige weder durchlaſſen, noch auch auf irgend eine Weiſe binden oder einſaugen, ſo werden ſie wieder zurückgeworfen. Die Wirkung eines ſolchen Körpers, von welchem das auffallende Licht wieder zurückgeſchickt wird, nennt man die Zurückwerfung oder Reflexion (reflexio lucis). Läßt man in einem dunkeln Zimmer auf einen gemeinen Spiegel einen Sonnenſtrahl auffallen, ſo bemerkt man die Reflexion deſſelben in gerader Linie deutlich, und nimmt zugleich wahr, daß er unter eben dem Winkel reflektiret werde, als er auffiel; auch wird man überzeugt, daß der einfallende mit dem zurückgeworfenen Strahle in einerley Ebene liege.

Anmerk.

Anmerk. Weil das Licht eine feine urſprünglich expanſive zuſammenhängende Materie iſt, ſo läßt ſich die Urſache des Zurückwerfens des ankommenden Lichtes ſehr leicht einſehen. Weil nemlich der Körper, auf welchen der Strahl fällt, vermöge ſeiner zurückſtoßenden Kraft demſelben Widerſtand thut, ſo wird er natürlich davon abprallen müſſen, und unter eben dem Winkel, als er auffiel, wieder reflektiren.

§. 542.

Eine gerade Linie, welche in dem Punkte, wo der Strahl auf die Fläche eines Körpers auffällt, ſenkrecht ſteht, nennt man das Einfallsloth (cathetus incidentiae). Die Ebene, in welcher das Einfallsloth mit dem einfallenden Strahle liegt, iſt die Neigungsebene des einfallenden Strahls, in welcher zugleich der reflektirte Strahl liegt; man kann ſie die Reflexionsebene nennen. Sollte die Fläche des Körpers, auf welche der Strahl fällt, krumm ſeyn, ſo wird das Einfallsloth auf derjenigen Ebene ſich ſenkrecht befinden, welche die krumme Fläche in dieſem Punkte berühret. Es ſey m n (Fig. 101.) eine ebene Spiegelfläche, d b ein einfallender Strahl, ſo iſt a b das Einfallsloth, b e der reflektirte Strahl und f g die Durchſchnittslinie der Reflexionsebene mit der ebenen Spiegelfläche. Es iſt alſo der Einfallswinkel f b d dem Reflexionswinkel e b g gleich, und beyde Winkel ergänzen die beyden Winkel d b a und a b e, welche das Einfallsloth mit dem einfallenden oder reflektirten Strahl machen, zu 90 Grade, mithin ſind auch dieſe Winkel d b a und a b e gleich groß.

§. 543.

Eine jede Fläche, welche durchs Schleifen und Poliren eines harten undurchſichtigen Körpers recht

glatt gemacht iſt, und das Licht ordentlich reflektiret, heißt eine Spiegelfläche. Eine ſolche Fläche kann entweder eben oder krumm ſeyn, und heißt daher eine ebene oder eine krumme Spiegelfläche. Die krummen Spiegelflächen können ſowohl convex als concav ſeyn, und mancherley Geſtalten haben, entweder ſphäriſch, oder ellipriſch, oder paraboliſch, oder hyperboliſch, oder cylindriſch, oder coniſch.

§. 544.

Wenn ein leuchtender Punkt ſein Licht auf eine ebene Spiegelfläche wirft, ſo laufen alle reflektirte Strahlen hinter der Spiegelfläche in einem Punkte des Neigungslothes zuſammen, ſo daß die Entfernung deſſelben hinter der Spiegelfläche eben ſo groß iſt, als die Entfernung des leuchtenden Punktes vor derſelben. Weil nemlich der einfallende Strahl db mit dem reflektirten Strahl be in einerley Reflexionsebene liegt, welche die ebene Spiegelfläche mn in der geraden Linie fg ſchneidet, ſo iſt der Winkel fbd = ebg. Ferner iſt der Winkel fbh = ebg, alſo auch der Winkel fbd = fbh. Weiter iſt der Winkel dfb = bfh = einem rechten Winkel, und bf beyden Dreyecken dfb und fbh gemein, folglich auch fd = fh: aber fd iſt die Entfernung des leuchtenden Punktes d von der Spiegelfläche, und hf die Entfernung des Punktes h hinter der Spiegelfläche.

§. 545.

Befindet ſich alſo eine Perſon vor der Spiegelfläche mn an welcher Stelle man will, und betrachtete den Punkt h, ſo würde ſie eben die Empfindung haben, wenn der leuchtende Punkt d in h wäre, und Licht nach allen Seiten verbreitete. Es ſcheint alſo der Punkt d in h ſeine Stelle zu haben, und iſt das Bild von d. Würde demnach alles Licht, welches

ches von dem leuchtenden Punkte d auf die Spiegelfläche fällt, von ſelbiger reflektirt, ſo müßte auch das Bild h eine Ebene, welche die reflektirten Strahlen auffängt, eben ſo erleuchten, als der Punkt d, wenn er in h befindlich, und keine Spiegelfläche da wäre.

§. 546.

Wenn alſo ein ſichtbares Objekt, von welcher Geſtalt es auch ſey, vor der ebenen Spiegelfläche ſich befindet, ſo fällt von einem jeden Punkte deſſelben ein Bild hinter der Spiegelfläche, welches in der von demſelben auf dem Spiegel ſenkrecht gezogenen Linie hinter dem Spiegel ſo weit entfernet liegt, als der Punkt vor der Spiegelfläche. Folglich haben alle dieſe Bilder hinter der Spiegelfläche eben dieſe Lage, welche das Objekt vor derſelben hat, und machen daher ein ganzes Bild des Objektes aus, welches demſelben in allen vollkommen gleich und ähnlich iſt.

§. 547.

Hieraus läßt es ſich nun leicht begreifen, wie es zugehe, daß eine Perſon ſich ſelbſt und diejenigen Sachen, welche vor einem Spiegel oder ſeitwärts deſſelben ſich befinden, im Spiegel ſehen könne. Wäre nemlich ab (Fig. 102.) eine Perſon, a ihr Scheitelpunkt, ef der Stern im Auge und b der Fußpunkt, ſo ziehe man aus a und b auf die lothrecht ſtehende Spiegelfläche mn die Neigungslothe ag und bn, verlängere ſie hinter der Spiegelfläche ſo weit, daß gc = ga und dm = nb wird, alsdenn ſind c und d die Bilder von a und b. Alle Strahlen, welche von a auf die Spiegelfläche fallen, werden ſo zurückgeworfen, als kämen ſie von dem Punkte c her, wovon ein Theil in den Stern des Auges fällt. Zieht man nemlich aus e und f die

Linien e c und f c, ſo ſind dies ein Paar Strahlen, welche von den aus a auf die Spiegelfläche auffallenden und zurückgeworfenen Strahlen ins Auge kommen; demnach hat es eben die Empfindung, als wenn der Punkt a in c wäre, und Strahlen ins Auge ſendete. Auf eben dieſe Art iſt d ein Bild von b, und es erhellet deutlich, daß die von b zwiſchen k i auf die Spiegelfläche fallenden Strahlen ins Auge e f zurückgeworfen werden, welches alſo das Bild d von b ſiehet. Eben dieſe Bewandniß hat es mit alle den zwiſchen a und b liegenden Punkten des menſchlichen Körpers, ſo daß die Perſon a b ſich vollkommen deutlich in dem Spiegel ſiehet. Es erhellet hieraus ferner, daß das Bild eines jeden andern Objektes hinter der Spiegelfläche eben die Lage hat, welche es vor der Spiegelfläche hat. Es wird alſo das Bild eines aufrecht ſtehenden Objektes hinter der lothrecht ſtehenden Spiegelfläche ebenfalls aufrecht ſeyn. Wäre das Objekt eine gerade Linie oder eine Ebene, welche mit der Spiegelfläche parallel, ſo iſt auch ihr Bild hinter derſelben damit parallel.

§. 548.

Wenn eine gerade Linie oder eine Ebene gegen die lothrecht ſtehende Spiegelfläche unter einem Winkel geneigt iſt, ſo iſt ihr Bild gegen die Hinterfläche unter eben dem Winkel geneigt; das Bild der geraden Linie läuft mit der abgebildeten geraden Linie irgendwo in einerley Spiegelfläche zuſammen, und das Bild der Ebene ſchneidet die Spiegelfläche in eben der geraden Linie, in welcher die abgebildete Ebene ſelbige ſchneidet. Würde alſo eine Spiegelfläche gegen eine horizontalliegende gerade Linie oder Ebene unter dem Winkel von 45 Graden geneigt ſeyn, ſo würde ihr Bild hinter der Spiegelfläche loth-

lothrecht ſeyn müſſen; hingegen würde das Bild einer lothrecht geraden Linie oder einer lothrechten Ebene hinter der Spiegelfläche, welche gegen ſelbige unter dem Winkel von 45 Graden geneigt iſt, waagrecht liegen müſſen.

§. 549.

Wenn das Auge das Bild eines Objektes durch einen ebenen Spiegel betrachtet, ſo ſieht es ſelbiges unter eben dem optiſchen Winkel, unter welchem es das Objekt ſelbſt ſehen würde, wenn dieſes in der Stelle des Bildes wäre, und mit ſelbigem einerley Lage hätte. Betrachtet ſich alſo die Perſon ab im lothrecht ſtehenden Spiegel mn, ſo ſieht ſie ihr Bild unter dem optiſchen Winkel ced, und es iſt ed = ab. Die Dreyecke ced und gei; cea und cgl ſind einander ähnlich, und man hat ac : al = ec : eg = cd : gi = ab : gi = 2 : 1 d. h. der Planſpiegel braucht nur halb ſo lang und halb ſo breit zu ſeyn, als diejenige Perſon, welche ſich ganz im Spiegel betrachten will.

§. 550.

Bringt man zwey ebene Spiegel ſo zuſammen, daß ſie gegen einander unter einem Winkel, der kleiner als 180 Grad iſt, geneigt ſind, ſo wird ein zwiſchen beyden Spiegeln geſtelltes Objekt in einem jeden Spiegel ein Bild zuwege bringen. Können alsdenn die von dem einen Spiegel zurückgeworfenen Strahlen wieder auf den andern fallen, ſo verurſachen ſie in dem andern Spiegel ein neues Bild. Können dieſe von dem andern Spiegel abermals zurückgehenden Strahlen auf den erſten Spiegel fallen, ſo machen ſie wiederum ein Bild. Auf dieſe Weiſe bewirken immer die von dem einen Spiegel reflektirten Strahlen in dem andern ein neues Bild, wenn nemlich die reflektirten Strahlen auf den an-

andern Spiegel fallen können. Es hängt blos von der Lage der Spiegel gegen einander ab, wievielmal die von jedem Spiegel reflektirten Strahlen auf den andern fallen, und ein neues Bild zu Stande bringen können. Wenn die beyden Planſpiegel a c und c b (Fig. 103.) unter dem Winkel a c b gegen einander geneigt ſind, und l ein leuchtender Punkt zwiſchen beyden Spiegeln iſt, ſo ziehe man l e auf c b ſenkrecht, und mache e d = l e, alsdenn wird d das erſte Bild von l hinter dem Spiegel c b. Von dieſem Bilde d als Objekt giebt es wiederum auf dem Spiegel a c ein neues Bild g, wenn d f auf a c ſenkrecht gezogen, und f g = f d gemacht wird. Von dieſem Bilde g als Objekt, giebt es wiederum auf dem Spiegel c b ein neues Bild m, wenn g h auf i b ſenkrecht gezogen und h m = h g gemacht wird. Weil nun g m ſchon hinter der Spiegelfläche a c fällt, ſo kann es darauf kein Licht mehr werfen, und es iſt dies demnach das letzte Bild, welches beyde Spiegel in dieſer Neigung gegen einander machen können. Hieraus kann man ſich demnach leicht überzeugen, daß alle dieſe Bilder in der Peripherie eines Kreiſes liegen, deſſen Halbmeſſer die Entfernung des ſtrahlenden Punktes l von beyden Spiegelflächen Durchſchnitte iſt. Je kleiner der Neigungswinkel beyder Spiegelflächen gegen einander wird, deſto mehr muß ſich das Bild eines zwiſchen beyden befindlichen Objektes vervielfältigen. Das Bild eines ſolchen Objektes erſcheinet bey einem Neigungswinkel der Spiegel

von	120	Graden	2 mal
—	90	——	3 —
—	72	——	4 —
—	60	——	5 —
—	$51\frac{1}{7}$	——	6 —
—	45	——	7 —
—	40	——	8 —
—	36	——	9 — u. ſ.

Es

Es wird alſo das Bild eines Objektes zwiſchen zweyen parallelen ebenen Spiegeln unzähligemal vervielfältiget werden. Hierauf beruhet die Einrichtung der Spiegelzimmer, Spiegelkäſten u. d. g. M. ſ. *Käſtner* de multiplicatione imaginum ope duorum ſpeculorum planorum; in den diſſert. mathem. et phyſ. II. S. 8.

§. 551.

Aus allen bisher von den zurückgeworfenen Strahlen von ebenen Spiegelflächen Vorgetragenen läßt ſich leicht begreifen, daß man durch Hülfe der Planſpiegel Objekte dem Auge ſichtbar machen könne, wenn gleich undurchſichtige Körper zwiſchen dem Auge und dem leuchtenden Objekte befindlich wären, welche alſo die ausfließenden Strahlen nicht gerade ins Auge ſchickten. Beyſpiele hievon geben das magiſche Perſpektiv (tubus magicus) und das Heveliſche Pomeloſcop (pomeloſcopium).

§. 552.

Wenn die reflektirende Spiegelfläche nicht eben, ſondern krumm oder ſphäriſch iſt, ſo läßt ſich aus dem bisherigen der Weg der reflektirten Strahlen leicht finden. Bey convexen ſphäriſchen Spiegelflächen finden folgende Geſetze ſtatt:

1. Solche Strahlen, welche parallel auf die Spiegelfläche auffallen, werden von ſelbiger ſo reflektiret, daß ſie auseinander fahren. Verlängert man dieſe reflektirten Strahlen in Gedanken rückwärts, ſo kommen ſie zuletzt alle in einen Punkt zuſammen, welche auf eine ähnliche Art, wie bey einer brechenden Kugelfläche, in einem eingebildeten Brennpunkte zuſammen kommen, welcher um die Hälfte des Halbmeſſers von der Kugelfläche entfernet iſt.
2. Solche Strahlen, welche auf die Spiegelfläche ſo zuſammenfahrend auffallen, daß ſie in dem eingebildeten Brenn-

Brennpunkt ſich vereinigen würden, laufen nach der Reflexion miteinander parallel.

3. Ueberhaupt werden diejenigen Strahlen, welche auf die ſphäriſche Spiegelfläche zuſammenfahrend auffallen, nach der Reflexion in ihrer Convergenz vermindert.

4. Diejenigen Strahlen, welche auf die ſphäriſche Spiegelfläche auseinanderfahrend auffallen, werden nach der Reflexion in ihrer Divergenz vergrößert.

Es ſey cg (Fig. 104.) die Axe des ſphäriſchen Spiegels abd, cb der Halbmeſſer, und die Strahlen da, eb u. ſ. laufen mit der Axe bg parallel. Zieht man nun die Einfallslothe ck, cl u. ſ. ſo beſtimmt dies die Winkel dak, ebl u. ſ.; hierauf mache man die Winkel hak, ibl u. ſ. gleich, ſo ſind die Einfallswinkel den Reflexionswinkeln gleich, folglich ah, mi u. ſ. die Wege der zurückgeworfenen Strahlen, welche gehörig verlängert in dem Punkte f zuſammenkommen, und welcher der eingebildete Brennpunkt iſt. Befindet ſich ein leuchtender Punkt l (Fig. 105.) in der Axe cl, und der Strahl la fällt auf die erhabene ſphäriſche Spiegelfläche abd, ſo wird man auf eben dieſe Art wie vorhin den Weg ah des reflektirten Strahls finden. Dieſer reflektirte Strahl fällt hinter der Spiegelfläche verlängert mit dem Punkt f der Axe cl zuſammen. Es iſt demnach f ein geometriſches Bild des leuchtenden Punktes l. Will man den Abſtand fb durch Rechnung finden, ſo verfährt man auf folgende Art: In den beyden Dreyecken cal und caf hat man cl : ca = ſin. cal : ſin. cla oder cl : ca = ſin. caf : ſin. cla und cf : ca = ſin. caf : ſin. afb, folglich ſin. caf $= \frac{cl.\ \text{ſin.}\ cla}{ca}$ und ſin. caf $= \frac{cf.\ \text{ſin.}\ afb}{ca}$; hieraus ergiebt ſich cl. ſin. cla = cf. ſin. afb, und cf $= \frac{\text{ſin.}\ cla}{\text{ſin.}\ afb} . cl.$ Wenn

ab

ab ein ſehr kleiner Kreisbogen iſt, mithin auch die Winkel cla, afb ſehr klein ſind, ſo hat man beynahe $\frac{\sin.\ cla}{\sin.\ afb} = \frac{cla}{afb}$ und es ergiebt ſich $cla = \frac{ab}{bl}$ und $afb = \frac{ab}{fl}$, folglich $\frac{cla}{cfb} = \frac{ab}{bl} : \frac{ab}{fb} = \frac{bl}{fb}$, und $cf = \frac{fb}{bl} \cdot cl$. Man ſetze $cb = \rho$, $lb = \delta$, $bf = x$, ſo hat man $fc = \rho - x$ und $cl = \delta + \rho$, folglich $\rho - x = \frac{x}{\delta}(\delta + \rho)$ oder $\delta\rho - \delta x = x\delta + x\rho$ und $\delta\rho = 2\delta x + \rho x$, daher $x = \frac{\delta\rho}{2\delta + \rho}$. Wird δ in Vergleichung mit ρ unendlich groß, das heißt, fallen die Strahlen auf die erhabene Spiegelfläche parallel auf, ſo wird $x = \frac{\infty\rho}{2\infty + \rho} = \frac{\rho}{2} = \frac{1}{2}\rho$ d. h. der Abſtand des eingebildeten Brennpunktes von der Spiegelfläche iſt der Hälfte des Halbmeſſers gleich oder $bf = \frac{1}{2}bc$ (Fig. 104.). Fielen die Strahlen auf die erhabene Spiegelfläche ſo auf, daß ſie verlängert mit dem eingebildeten Brennpunkte f zuſammenfallen, ſo laufen ſie nach der Reflexion mit einander parallel. Würden endlich die Strahlen auf die Kugelfläche ſo auffallen, daß ſie noch vor dem Brennpunkte in dem Punkte f (Fig. 105.) zuſammen kämen, ſo werden ſie nach der Reflexion in ihrer Convergenz vermindert. Denn es iſt der Winkel alb kleiner als der Winkel afb.

§. 553.

Bey concaven ſphäriſchen Spiegelflächen finden in Anſehung der Reflexion auffallender Strahlen dieſe Geſetze ſtatt:

1. Diejenigen Strahlen, welche auf eine concave ſphäriſche Spiegelfläche unter ſich parallel und der Axe des Spie-

gels ſehr nahe auffallen, vereinigen ſich nach der Reflexion in einen Punkt, welcher auch hier wie bey den erhabenen Linſen der Brennpunkt genennet wird. Die Entfernung dieſes Brennpunktes von der hohlen ſphäriſchen Spiegelfläche iſt der Hälfte des Durchmeſſers gleich.

2. Diejenigen Strahlen, welche aus dem Brennpunkte auf die hohle ſphäriſche Spiegelfläche auffallen, werden in ſelbiger ſo reflektirt, daß ſie unter ſich parallel ſind.

3. Diejenigen Strahlen, welche aus einem ſtrahlenden Punkte, deſſen Entfernung kleiner als die Brennweite iſt, auf die hohle Spiegelfläche auffallen, laufen nach der Reflexion hinter der Spiegelfläche in einem Punkte zuſammen.

4. Diejenigen Strahlen, welche aus einem Punkte, deſſen Entfernung größer als die Brennweite iſt, auf die hohle Spiegelfläche auffallen, erhalten nach der Reflexion eine ſolche Lage, daß ſie vor der Spiegelfläche in einem Punkte ſich vereinigen.

5. Convergirende Strahlen werden nach der Reflexion noch mehr convergirend.

6. Alle Strahlen, welche aus dem Mittelpunkte der Kugel auf die ſphäriſche Spiegelfläche auffallen, werden in ſich ſelbſt zurückgeworfen, denn ſie kommen alle auf die hohle Fläche ſenkrecht.

Es ſey ah die Axe des ſphäriſchen Hohlſpiegels bae (Fig. 106.), ca der Halbmeſſer, und db ein Strahl mit ah parallel, wenn nun das Neigungsloth cb gezogen wird, ſo erhält man den Winkel dbc von beſtimmter Größe; wenn alſo der Winkel cbf dem Winkel dbc gleich gemacht wird, ſo iſt bf der Weg des reflektirten Strahls und f der Brennpunkt. Wäre demnach im Brennpunkte f ſelbſt ein leuchtender Punkt, ſo würden auch alle auf die hohle ſphäriſche Spiegelfläche auffallende Strahlen nach der Reflexion unter einander parallel. Es ſey l ein leuchtender Punkt in der Axe al (Fig. 107.) des ſphäriſchen Hohlſpiegels ba, cb der Halbmeſſer des Spiegels, und lb ein auf-

auffallender Strahl, welcher nach der Zurückwerfung die Lage bf erhält, und die Axe al in f ſchneidet; alles aus dem leuchtenden Punkte l ausfließende und nahe bey der Axe al auf den ſphäriſchen Hohlſpiegel auffallende Licht bekommt nach der Reflexion eben die Lage, daß es in dem Punkte f der Axe ſich vereiniget; demnach iſt f ein Bild des leuchtenden Punktes l. Es läßt ſich auch hier die Entfernung dieſes Bildes f von dem Hohlſpiegel oder af durch Rechnung finden. Man hat nemlich in den beyden Dreyecken fbc und cbl folgende Proportionen $fc : cb = \text{ſin.}\, fbc : \text{ſin.}\, bfa$ und $cl : cb = \text{ſin.}\, cbl : \text{ſin.}\, clb$ oder $cl ; cb = \text{ſin.}\, fbc : \text{ſin.}\, clb$, folglich $\text{ſin.}\, fbc = \frac{fc.\ \text{ſin.}\, bfa}{cb} = \frac{cl.\ \text{ſin.}\, clb}{cb}$ oder $fc.\ \text{ſin.}\, bfa = cl.\ \text{ſin.}\, clb$, und daher $fc = \frac{\text{ſin.}\, clb}{\text{ſin.}\, bfa} . cl$. Iſt nun der Bogen ab ſehr klein, ſo ſind auch die Winkel afb und fcb ſehr klein, folglich $\frac{\text{ſin.}\, clb}{\text{ſin.}\, bfa}$ beynahe $= \frac{clb}{fba}$; nach dieſer Vorausſetzung iſt ferner $clb = \frac{ba}{al}$ und $bfa = \frac{ab}{af}$, folglich $\frac{clb}{bfa} = \frac{ba}{al} : \frac{ab}{af} = \frac{af}{al}$, und $fc = \frac{af}{al} . cl$. Nun ſetze man $ca = \rho$, $af = x$ und $la = \delta$, ſo iſt $cl = al - ac = \delta - \rho$ und $fc = ac - af = \rho - x$, folglich $\rho - x = \frac{x}{\delta}(\delta - \rho)$ und daher $\rho\delta - x\delta = x\delta - x\rho$ und $\rho\delta = (2\delta - \rho)\, x$, mithin $x = \frac{\rho\delta}{2\delta - \rho}$. Wäre die Entfernung $al = \delta$ des leuchtenden Punktes l von dem ſphäriſchen Hohlſpiegel als unendlich groß zu betrachten, ſo iſt es eben ſo gut, als wenn die ausflieſ-

ſenden

ſenden Strahlen mit der Axe parallel auffielen, alſo wird die Brennweite af (Fig. 106.) $= \frac{\rho \infty}{2 \infty} = \frac{1}{2} \rho$, wie angezeiget worden. Wenn der ſtrahlende Punkt gerade im Mittelpunkte c ſich befindet, oder al $=$ ac $= \delta = \rho$ iſt, ſo wird $x = \frac{\rho^2}{2\rho - \rho} = \rho$ d. h. alle aus dem Mittelpunkte auf die ſphäriſche hohle Spiegelfläche auffallende Strahlen werden in ſich ſelbſt reflektiret. Wäre ferner al kleiner als ac, oder die Entfernung des leuchtenden Punktes ſey kleiner als die Brennweite, ſo wird nun x negativ, oder die auffallenden Strahlen werden nach der Reflexion aus einander fahrend, und vereinigen ſich hinter der Spiegelfläche in einem Punkte der Axe, und findet daher ein geometriſches Bild ſtatt. Fielen endlich die Strahlen auf die ſphäriſche Hohlſpiegelfläche ſo auf, daß ſie gehörig verlängert hinter der Spiegelfläche in einem Punkte zuſammenkämen, ſo wird nun auch δ negativ, und die Brennweite $x = \frac{\rho \delta}{2\delta + \rho}$.

§. 554.

Wenn lk (Fig. 107.) ein leuchtendes Objekt iſt, ſo wird von einem jeden Punkte deſſelben auf die Mitte a der ſphäriſchen hohlen Spiegelfläche ein Lichtſtrahl wie ka auffallen, und dieſen kann man den mittleren Strahl oder den Hauptſtrahl nennen.

§. 555.

Wäre k ein leuchtender Punkt, welcher auſſerhalb der Axe al des ſphäriſchen Hohlſpiegels ſich befindet, ka der mittlere Strahl, und der Winkel kal ſehr klein, ſo laufen alle aus dem Punkte k ſehr nahe bey dem Hauptſtrahl auffallenden Strahlen nach der

Refle-

Reflexion in einerley Punkt q des reflektirten Hauptſtrahls zuſammen, welcher von der Mitte a des Spiegels eben ſo weit entfernt iſt, als der Vereinigungspunkt f aller aus dem Punkte l der Axe auffallenden Strahlen. Zieht man nemlich die Axe kd, welche zu dem Hauptſtrahl ka gehöret, ſo liegt der Punkt d der Mitte des Spiegels a ſehr nahe, und alle aus k ſehr nahe bey dem Hauptſtrahl ka auffallende Strahlen laufen nach der Reflexion in dem Punkte q der Axe kd zuſammen, wenn af = dq genommen wird. Nun mache man den Winkel cae = dem Winkel kal, ſo iſt ae der reflektirte Hauptſtrahl ka, welcher durch den Punkt q gehen wird, weil dieſer Vereinigungspunkt q in beyden zugleich, nemlich in der Axe kd und dem reflektirten Hauptſtrahl liegen muß. Weil nun der Winkel acd ſehr klein iſt, ſo iſt auch beynahe aq = dq, folglich aq = af. Wenn folglich lk eine gerade auf der Axe al ſenkrechte Linie wäre, ſo iſt leicht zu begreifen, daß ein jeder Punkt zwiſchen l und k der geraden Linie lk ſein Bild in dem reflektirten dazu gehörigen Hauptſtrahl haben müſſe; demnach liegen alle Bilder der Punkte der geraden Linie lk wieder in der geraden Linie fq, ſo daß fq ein Bild von lk iſt. Eben ſo hat auch ein jedes andere Objekt, deſſen ſcheinbare Größe aus der Mitte des Spiegels geſehen, ſehr klein iſt, ſein Bild daſelbſt, wo das Bild eines jeden Punktes nach der Reflexion der Hauptſtrahlen liegt. Dieſes Bild iſt dem Objekte in allen ähnlich, nur hat es eine verkehrte Stellung, wenn es vor dem Spiegel iſt. Wäre der Hauptſtrahl al gegen die Mitte eines Objektes gerichtet, ſo iſt alsdenn lk der ſcheinbare Halbmeſſer deſſelben und fq der Halbmeſſer des Bildes. Beyde Dreyecke clk und cfq ſind einander ähnlich, und man hat lk : fq = cl : cf d. h. die Halbmeſſer, folglich auch die Durchmeſſer des Objektes und Bildes verhalten ſich

zu

zu einander, wie die Entfernungen vom Mittelpunkte der ſphäriſchen Hohlſpiegelfläche.

§. 556.

Hieraus laſſen ſich nun folgende Sätze ſehr leicht herleiten, welche bey Erzeugung der Bilder in ſphäriſchen Spiegelflächen ſtatt finden:

1. Wenn ein Objekt in dem Brennpunkte eines hohlen ſphäriſchen Spiegels ſteht, ſo kann es gar kein Bild zuwege bringen, weil die reflektirten Strahlen unter ſich parallel ſind.

2. Wenn das Objekt zwiſchen dem Brennpunkte und der hohlen ſphäriſchen Spiegelfläche ſich befindet, ſo erſcheinet ſein Bild hinter der Spiegelfläche vergrößert.

3. Wenn das Objekt vor dem Brennpunkte des Hohlſpiegels liegt, oder der Brennpunkt ſich zwiſchen dem Spiegel und dem Objekt befindet, ſo erſcheinet das Bild vor der Spiegelfläche in der Luft, aber umgekehrt und vergrößert, und macht daher ein Luftbild.

4. Wenn der Mittelpunkt der hohlen Spiegelfläche zwiſchen dem Objekte und dem Spiegel liegt, ſo erſcheinet das umgekehrte Luftbild verkleinert, aber der Spiegelfläche näher.

5. Wenn das Objekt gerade im Mittelpunkte des ſphäriſchen Hohlſpiegels ſich befindet, ſo fällt das umgekehrte Luftbild auch im Mittelpunkte und iſt daher dem Objekte gleich und ähnlich.

Es ſey f (Fig. 108.) der Brennpunkt eines Hohlſpiegels, und kl ein Objekt zwiſchen dem Brennpunkte und dem Spiegel, ſo iſt der Hauptſtrahl des Punktes k die Linie ka und ſein reflektirter Strahl ad. Eben ſo wird der vom Punkte k auf die Spiegelfläche auffallende Strahl kb nach der Reflexion die Lage be erhalten; beyde reflektirte Strahlen fallen gehörig verlängert in den Punkt k zuſammen, welcher alſo ein Bild von k iſt. Da nun das Bild L von dem Punkte l in der Axe liegt, und von der

Spie-

Spiegelfläche eben ſo weit entfernet iſt als das Bild K von k, ſo folgt, daß KL das Bild des Gegenſtandes kl iſt. Dieſes Bild hinter der Spiegelfläche muß natürlich deſto größer werden, je näher das Objekt kl der Spiegelfläche kommt, und umgekehrt, das Bild wird deſto kleiner, je mehr das Objekt ſich von der Spiegelfläche entfernet. Wenn ferner das Objekt kl (Fig. 109.) zwiſchen dem Brennpunkte f und dem Mittelpunkte c liegt, ſo wird der reflektirte Hauptſtrahl ka die Lage aK erhalten, und der nahe bey a auffallende Strahl kb in die Lage bK reflektiret werden, ſo daß K ein Bild von k iſt. Da aber auch L ein Bild von l iſt, ſo muß wiederum LK das Bild von dem Gegenſtande lk ſeyn; folglich erſcheinet nun das Bild vergrößert, aber verkehrt in der Luft. Fiel weiter das Objekt gerade in den Mittelpunkt der hohlen Spiegelfläche, ſo kommen alle auf den Spiegel ſenkrecht, und werden daher in ſich ſelbſt reflektiret, mithin muß ſein Bild auch in Mittelpunkt fallen, und ſelbigem in allen gleich und ähnlich ſeyn. Wenn endlich das Objekt noch vor dem Mittelpunkte c des ſphäriſchen Hohlſpiegels befindlich iſt, ſo fallen die von dem Punkte K herkommenden Strahlen nach der Reflexion in k zuſammen, und machen das Bild von K; eben ſo iſt auch l ein Bild von L, und überhaupt lk das Bild von LK. Dieſes Bild iſt demnach verkehrt, aber verkleinert, und liegt der Spiegelfläche deſto näher, je weiter das Objekt von derſelben ſich befindet.

§. 557.

Bey erhabenen ſphäriſchen Spiegelflächen laſſen ſich ebenfalls folgende Sätze ſehr leicht begreifen:

1. Das Bild eines Gegenſtandes erſcheinet allemal hinter der Spiegelfläche, und zwar aufrecht und verkleinert.

2. Das Bild hinter der Spiegelfläche kann nie davon weiter entfernet ſeyn, als um den vierten Theil des Durchmeſſers des Spiegels.

§. 558.

Aus dem bisher Geſagten laſſen ſich auch die Erſcheinungen der cylindriſchen und koniſchen Spiegel beſtimmen. Beyde Spiegel laſſen ſich der Länge nach als ebene, der Queere nach als ſphäriſche Spiegel betrachten. Es zeigen ſich daher Gegenſtände in dieſen Spiegeln, wenn ſie mit ſelbigen concentriſch ſind, in Anſehung der Länge in ihrer wahren Geſtalt und Größe, der Queere nach aber verkleinert. In koniſchen Spiegeln müſſen die Bilder der Queere nach gegen die Spitze zu immer ſtärker verkleinert und zuſammengezogen werden. Hieher gehören auch die ſogenannten catoptriſchen Anamorphoſen, d. h. Zeichnungen, welche vom Auge unmittelbar betrachtet verzerrt ausſehen, im cylindriſchen oder koniſchen Spiegel aber eine ordentliche Geſtalt erhalten. Ein Inſtrument, dergleichen Zeichnungen zu verfertigen, hat Leupold beſchrieben. M. ſ. Jak. Leupold anamorphoſis mechanica nova. Leipzig 1714. 4.

§. 559.

Von der Umherſtrahlung des Lichtes, der Brechung in Linſengläſern und der Reflexion in Spiegelflächen hat man mancherley Anwendungen theils zur Unterſuchung natürlicher Dinge, theils aber auch zur Beluſtigung gemacht, welche nunmehr leicht begriffen werden können. Es gehören hieher:

1. Die Camera obſcura, ſowohl die optiſche als dioptriſche, zu welcher letztern beſonders die Camera clara oder helle Kammer zu rechnen iſt. Was die optiſche Camera obſcura betrift, ſo wird ſie aus folgenden leicht begreiflich: Es ſey a b c d (Fig. 110.) ein von geraden Linien eingeſchloſſener Raum, in welchen von allen Seiten her kein Licht, auſſer durch einen einzigen Punkt in ein-

eindringen kann. Befindet ſich nun vor dieſem offenen Punkte m ein erleuchtetes oder leuchtendes Objekt lk, ſo wird von einem jeden Punkte dieſes Objektes ein Strahl durch den offenen Punkt in den finſtern Raum fallen, und auf dieſe Weiſe auf der entgegengeſetzten Seite ad ein Bild jedoch in verkehrter Ordnung des Objektes darſtellen, indem nemlich der Strahl le ein Bild e des leuchtendes Punktes l und der Strahl kg das Bild g des leuchtenden Punktes k verurſachet. Befände ſich demnach ein Auge in dem dunkeln eingeſchloſſenen Raume, und betrachtete die erleuchtete Seite ad, ſo wird auch von einem jeden erleuchteten Punkte des Bildes Licht ins Auge geſendet, und es hat eben die Empfindung, als wenn es das Objekt ſelbſt ſähe. Iſt die Seite ad weiß, ſo ſieht auch das Auge das Bild den Gegenſtand mit allen den Farben, welche der Gegenſtand ſelbſt beſitzet. Auf dieſe Weiſe würde man in einem finſtern Zimmer, wenn durch einen offenen Punkt auf die entgegengeſetzte weiße Wand Licht fallen könnte, die gegenüberſtehenden erleuchteten Objekte mit allen ihren Farben aber verkehrt ſehen, und zwar um deſto größer, je weiter die Wand von der kleinen Oeffnung entfernet wäre. Allein bey der Anwendung ſelbſt iſt es unmöglich, eine Oeffnung ſo klein zu machen, daß ſie als ein Punkt zu betrachten wäre, weil das Licht doch nur von undurchſichtigen Körpern abgehalten werden kann, und dieſe allemal eine gewiſſe Dicke beſitzen. Daher würden die Lichtſtrahlen durch eine ſolche kleine Oeffnung nicht durchgehen können, indem ſie an die innern Wände ſtoßen, und wieder zurücktreten würden. Man iſt alſo genöthiget, der Oeffnung ſelbſt eine gewiſſe Größe zu geben, damit das Licht gehörig durchgehen könne; in dieſem Falle aber ſendet ein jeder Punkt des leuchtenden Objektes nicht einen einzigen Strahl durch die Oeffnung, ſondern einen Strahlenkegel, deſſen Spitze der leuchtende Punkt, und deſſen Grundfläche die Oeffnung iſt, welcher ſich hinter der Oeffnung im dunkeln Zimmer immer mehr ausbreitet, und ſo auf die entgegengeſetzte weiße Wand fällt, wie z. B. der Strahlenkegel lef des leuchtenden Punktes l. Daher vermiſcht ſich auf einerley Punkt der Wand Licht von mehreren Punkten des Gegenſtandes zugleich, und es muß daraus ein undeutliches Bild entſtehen. Denn ein jeder Punkt

des Gegenſtandes breitet ſein Bild, welches ein Punkt ſeyn ſollte, auf der Wand durch einen Kreis oder durch eine Ellipſe aus, nachdem der Strahl ſenkrecht oder ſchief darauf fällt; dieſe runden Flächen greifen ineinander, vermiſchen ihre Farben und machen die Umriſſe verworren und unbeſtimmt. So lange jedoch die Oeffnung nicht zu groß iſt, bleiben die Bilder immer noch deutlich genug. In einem Zimmer, in welchem Licht durch die Fenſter eindringen kann, müßten daher ebenfalls auf der entgegengeſetzten Wand Bilder von den vor den Fenſtern befindlichen Objekten erzeuget werden. Allein da hier ein jeder Punkt der Wand nicht allein von einem einzigen Punkte der Gegenſtände, ſondern auch von unzähligen andern Licht erhält, welches reflektiret wird, ſo iſt es unmöglich, daß ein reines Bild entſtehen könne; daher können wir auch die Bilder nicht empfinden ſondern ſehen nur die Wand. Setzt man in die Oeffnung m n ein erhabenes Glas, ſo wird das Bild an der entgegengeſetzten Wand weit lebhafter; denn nun laufen diejenigen Strahlen, welche von einerley Punkte des Objektes auf die Glaslinſe fallen, nach der Brechung in einerley Punkt zuſammen. Um alſo hier die gehörige Deutlichkeit und Lebhaſtigkeit des Bildes zu erhalten, muß die Wand von der Oeffnung eben ſo weit entfernet ſeyn, als die Vereinigungsweite aller Punkte der vom Objekte auf die Linſe auffallenden und hinter derſelben gebrochenen Strahlen. Und eben ein ſolches finſteres Zimmer heißt eine dioptriſche Camera obſcura. Dieſe ganze bisher beſchriebene Vorrichtung hat zuerſt der Neapolitaner Johann Baptiſta Porta in der Mitte des 16ten Jahrhunderts erfunden. M. ſ. *J. B. Portae* magiae naturalis ſ. de miraculis rerum naturalium lib. IV. Neap. 1558. fol. ſehr vermehrt in 20 Büchern Neap. 1589. fol.; nachher zu Rothomagi 1650. 8. und Amſtel. 1664. 12. Dieſe dunkele Kammer hat man nachher zum beſſern Gebrauch tragbar gemacht, und derſelben verſchiedene Einrichtung gegeben. M. ſ. Hertels vollſtändige Anweiſung zum Glasſchleifen. Halle 1716. 8. Eine vorzüglich angenehme Unterhaltung verſchafft die helle Kammer (camera clara), welche im Grunde nichts weiter iſt, als die tragbare dunkle Kammer, nur mit dem Unterſchiede, daß ſich die Gegenſtände bey der hellen Kammer nicht

wie

wie bey der dunkeln Kammer an der Wand abbilden. Die weſentliche Einrichtung der hellen Kammer beſteht im folgenden: in dem viereckten dunkeln Kaſten a b c d (Fig. 111.) iſt in der einen Seite a d ein auf beyden Seiten erhabenes Glas eingeſetzet, durch welches Strahlen von den äuſſern Gegenſtänden einfallen. In dem Kaſten befindet ſich ein ebener Spiegel d b, welcher gegen d c unter dem Winkel von 45 Graden geneigt iſt, und von dem Objektivglaſe in a d ſo weit entfernet iſt, daß er die von dem äuſſern Objekte herkommende Strahlen noch ehe ſie ein Bild hinter der Linſe zuwege bringen, auffange; fielen alſo von dem Objekte k l die beyden Hauptſtrahlen l m und k m auf den Planſpiegel d b, ſo werden ſie unter eben dem Winkel reflektirt, und verurſachen das horizontalliegende Bild e f des Gegenſtandes k l. In der andern Seite a b befindet ſich nun noch eine erhabene Glaslinſe, durch welche das Auge ſiehet, und die vom Bilde e f ausgehende Strahlen auffängt. Da nun das Bild e f der Linſe in a b näher liegt, als die Brennweite ausmacht, ſo bekommt das Auge die in der Linſe gebrochenen Strahlen nicht völlig parallel, ſondern etwas auseinander fahrend, wodurch verurſachet wird, daß das Bild unter einem gröſſern Sehewinkel dem Auge erſcheinet. Gewöhnlich wird die Einrichtung noch ſo gemacht, daß die Linſe in a d, welche die Strahlen der äuſſern Gegenſtände einläſſet, von dem Spiegel d b mehr oder weniger entfernet werden kann, nachdem die Gegenſtände von dem Objektivglaſe weit oder nahe liegen.

2. Die Zauberlaterne (laterna magica) als eine Erfindung von Kircher. M. ſ. *Athan. Kircheri* ars magna lucis et umbrae. Amſtelod, 1671. fol. Ihre weſentliche Einrichtung beruht auf folgenden: In dem Brennpunkte f eines ſphäriſchen Hohlſpiegels a b (Fig. 112.) wird eine Lichtflamme gebracht; folglich werden die auf dem Spiegel auffallenden Strahlen ſo reflektirt, daß ſie mit der Axe a l parallel laufen, wie z. B. b c; in dieſer Lage werden ſie von der Linſe c d aufgefangen, und daher nach der Brechung zuſammenlaufend; ehe ſie ſich nun noch in einem Punkte vereinigen, werden ſie von einer andern Linſe g h aufgefangen, und erhalten daher nach der Brechung noch eine gröſſere Con-

vergenz. Wenn ſie ſich nun in dem Punkte m vereinigen, hinter ſelbigem wieder auseinander fahren, und von der dritten Linſe i k ſo aufgefangen werden, daß ſie nach der Brechung auseinander fahren, ſo bilden ſie an der Wand l n einen Kreis, welcher deſto mehr Licht hat, je näher die Wand dem Glaſe i k iſt. Nun wird die Einrichtung noch ſo gemacht, daß zwiſchen den beyden Linſen c d und g h auf dünnen Glasſtreifen e o allerhand Gemählde aufgetragen ſind, welche von dem Lichte im Brennpunkte f ſtark erleuchtet werden, und an der weißen Wand l n umgekehrt ſich abbilden, weil die gebrochenen Strahlen in m ſich durchkreutzen. Damit nun alle dieſe Gemählde deutlich an der Wand abgemahlt werden, hat das Ganze eine ſolche Vorrichtung, daß man die Gläſer ſo lange verſchieben kann, bis die Strahlen hinter der Linſe i k ſich vollkommen an der Wand in einem Punkte vereinigen. Uebrigens wird alles in einem Kaſten eingeſchloſſen, damit das Licht f in einem dunkeln Zimmer keinen andern Ausweg finde, als durch die hinter einander geordneten Gläſer.

3. Das Sonnenmikroſkop (microſcopium ſolare) als eine Erfindung vom D. Lüberkühn. Es iſt dieſes von der Zauberlaterne blos darin verſchieden, daß die Erleuchtung nicht durch die Lichtflamme, ſondern durch das Sonnenlicht erhalten wird; es fällt nemlich dieſes Licht auf einen Planſpiegel, von welchem es ſo reflektiret wird, daß die reflektirten Strahlen auf die erſte Glaslinſe ſenkrecht auffallen. Die nach der Glaslinſe gebrochenen Strahlen fängt nun ein Gegenſtand ſo auf, daß ſie noch nicht in dem Brennpunkte zuſammengekommen ſind. Die von dieſem Gegenſtande ausgehenden Strahlen kommen noch auf eine kleine Glaslinſe, welche der erſten Linſe noch etwas näher ſtehet, als die Summe der Brennweiten ausmacht, damit die in ſelbiger gebrochenen Strahlen auseinander fahrend werden. Wenn alſo hinter dieſer Linſe eine weiße Wand gebracht wird, ſo bildet ſich der Gegenſtand auf ſelbiger und zwar ſehr vergrößert ab. Um den Spiegel, welcher die Sonnenſtrahlen auffängt, beſtändig eine ſolche Lage zu geben, daß die davon reflektirten Strahlen horizontal, und folglich auf das vertikal geſtellte Linſenglas ſenkrecht auffallen, hat Wiedeburg eine eigene Vorrichtung durch

Räder-

Räderwerk angegeben. M. ſ. Joh. Ernſt Baſil. Wiedeburg Beſchreibung eines verbeſſerten Sonnenmikroſkops. Nürnberg 1758. 4. neue Aufl. 1775. 4.

4. Das Lampenmikroſkop von Adams. M. ſ. Eſſay on the microſcope. Lond. 1787. 4. Dieſes iſt blos eine verbeſſerte Zauberlaterne.

§. 560.

Eine der ſchönſten und erhabenſten Anwendungen der Ausbreitung des Lichtes, der Brechung deſſelben in Linſengläſern und der Reflexion in Spiegelflächen iſt die Lehre der Spiegelteleſkope. Man verſteht unter einem Spiegelteleſkope ein Fernrohr, welches ſtatt des Objektivglaſes einen Hohlſpiegel beſitzet. Der erſte, welcher auf den Gedanken kam, ein ſolches Spiegelteleſkop zuſammen zu ſetzen, war Gregory. Er gab an, man ſollte einen Hohlſpiegel mit einem andern kleinern verbinden, daher auch dieſes Spiegelteleſkop das Gregorianiſche genennet wird. Statt des kleinern ſphäriſchen Hohlſpiegels gebrauchte nachher Newton einen kleinen ebenen Spiegel, der Franzoſe Caſſegrain aber einen ſphäriſchen erhabenen Spiegel, und hieraus ſind die Benennungen der Newtoniſchen und Caſſegrainiſchen Spiegelteleſkope entſtanden. Das Herſcheliſche Teleſkop iſt eigentlich ganz das Newtoniſche mit einigen wenigen Abänderungen.

§. 561.

Das Gregorianiſche Spiegelteleſkop beſonders nach Anordnung des D. Hook, hat folgende weſentliche Einrichtung: Vor dem Hohlſpiegel a b (Fig. 113.) wird ein kleiner Hohlſpiegel e f in einer ſolchen Entfernung geſtellet, welche der Summe der Brennweiten beyder Spiegel gleich iſt. Damit nun die von dem Hohlſpiegel e f zurückgeworfenen Strahlen durch den Hohlſpiegel a b hindurchgehen können, wird in

ſelbigem eine kleine kreisrunde Oeffnung gemacht, hinter welcher die beyden Augengläſer l k und r ſ ſo geſtellet werden, daß die im letztern Okulare gebrochenen Strahlen mit den dazu gehörigen Hauptſtrahlen parallel ins Auge kommen. Diejenigen Strahlen, welche von dem Objekte k l auf den Hohlſpiegel a b parallel auffallen, bringen nach der Reflexion das Bild p q im Brennraume zuwege; hiernächſt kommen die vom Bilde p q auf den kleinen Hohlſpiegel e f, von welchem die zu einerley Punkt des Bildes gehörigen Strahlen nach der Brechung mit dem zurückgeworfenen dazu gehörigen Hauptſtrahl parallel werden. Von q fällt der Hauptſtrahl q g auf den Hohlſpiegel e f, und wird nach g h reflektiret, ſo daß der Winkel q g p = p g h iſt; folglich wird auch der Strahl q f nach f d mit g h parallel zurückgeworfen. Man ziehe i k mit f d parallel, ſo iſt i m der zu dieſen Parallelſtrahlen gehörige Hauptſtrahl. Die von dem ſphäriſchen Spiegel e f zurückgeworfenen und durch die kreisrunde Oeffnung des Spiegels a b auf das Okular l k auffallende Strahlen bringen nach der Brechung das Bild m n zuwege. Stellt man nun ein anderes Okular r ſ in der Brennweite n ſ, ſo bricht ſelbiges die zu einerley Punkt m gehörigen Strahlen in die mit dem dazu gehörigen Hauptſtrahl m ſ parallele Lage r o. Befindet ſich alſo das Auge in o, ſo ſieht es das Objekt deutlich und aufrecht unter dem Winkel r o ſ.

§. 562.

Das Newtoniſche Spiegelteleſkop hat folgende weſentliche Einrichtung: ein Hohlſpiegel b f c (Fig. 114.) wird mit einem ebenen Spiegel, welcher gegen die Axe unter einem Winkel von 45 Graden geneigt iſt, alſo verbunden, daß ſelbiger die vom Hohlſpiegel reflektirten Strahlen noch eher auffängt, als ſie das

Bild

Bild pq zu Stande bringen. Dieſe von dem ebenen Spiegel de aufgefangenen Strahlen werden alsdenn ſeitwärts nach hi zurückgeworfen, und machen das Bild rf. Wird hiernächſt das Okular hi ſo geſtellet, daß fm der Brennweite deſſelben gleich iſt, ſo werden alle die von einerley Punkt r herkommenden Strahlen in dem Okulare ſo gebrochen, daß ſie mit dem dazu gehörigen Hauptſtrahl rm parallel gehen. Befindet ſich alſo das Auge in o, ſo ſieht es das Objekt deutlich, aber verkehrt unter dem Winkel hom. Weil man bey dieſem Teleſkope zur Seite die ſichtbaren Objekte betrachtet, ſo wird auswendig ein Fernrohr angebracht, deſſen Axe mit der Axe des Teleſkops parallel läuft, vermittelſt welchem der Gegenſtand, welcher betrachtet werden ſoll, geſucht wird, und eben daher nennt man auch dieſes Fernrohr den Sucher.

§. 563.

Bey dem Caſſegrainiſchen Spiegelteleſkop wird der kleine ſphäriſche erhabene Spiegel dem Hohlſpiegel, welcher die Strahlen des leuchtenden Objektes auffängt, gegenüber ſo geſtellet, daß die vom Objekte auffallenden Strahlen nach der Reflexion vor dem Bilde aufgefangen werden, und nach der Zurückwerfung von dem kleinen ſphäriſchen Spiegel ein Bild zu Stande bringen können. Hinter dieſem Bilde wird, wie bey dem Gregorianiſchen, aber nur ein einziges Okular in der Brennweite deſſelben von dem Bilde geſtellet.

Anmerk. Eine nach Gründen gehörig angeſtellte Rechnung beweiſet, daß ein Spiegelteleſkop weit kürzer und daher viel bequemer ſeyn könne, als ein gewöhnliches dioptriſches Fernrohr, um eine eben ſo große Vergrößerung der betrachteten Objekte zu Stande zu bringen; jedoch müſſen aber die Hohlſpiegel mit ſehr großer Genauigkeit gearbeitet ſeyn, und haben auſſerdem noch dieſen

Fehler, daß ſie in der Luft ſehr leicht anlaufen, und unſcheinbar werden. Vorzüglich würde das Platinum zur Verfertigung der Spiegel die beſten Vorzüge haben, weil es ſich ſehr gut poliren läßt und in der Luft nicht anläuft. Auch ſoll der Abbé Rochon wirklich einen ſolchen Planſpiegel zu einem ſechsfüßigen Teleſkope zu Stande gebracht haben. M. ſ. Lichtenbergs Magazin für das neueſte aus der Phyſik VII. B. 1. St. S. 183. Uebrigens lehrt die Erfahrung, daß die von einer Spiegelfläche reflektirten Strahlen von der Farbenzerſtreuung frey ſind, jedoch iſt aber hier vorauszuſetzen, daß bey der Reflexion keine Brechung des Lichtes ſtatt finde, welches die gewöhnlichen Glasſpiegel thun. Das Bild, welches ein metallener Spiegel zuwege bringt, iſt daher viel deutlicher, als dasjenige, welches von dem in der Glaslinſe gebrochenem Lichte entſtehet. Diejenigen Strahlen, welche ganz nahe beym Hauptſtrahl auf die Spiegelfläche fallen, haben einerley Vereinigungspunkt, nur diejenigen, welche in größern Entfernungen von dem Hauptſtrahle auffallen, laufen mit jenen nicht in einerley Vereinigungspunkt zuſammen. Daher giebt es auch bey den Hohlſpiegeln eine Abweichung des Lichtes wegen der Kugelgeſtalt; allein ſo beträchtlich wird ſie doch nie ausfallen, als bey den Glaslinſen. Nur bleibt immer noch der farbichte Rand, welchen das Okular verurſachet, wenn nicht zwey oder mehrere Augengläſer mit einander verbunden werden. M. ſ. Gehlers phyſikaliſches Wörterbuch. Th. IV. S. 134. u. f. Herſchel hat auch dieſen Fehler der Abweichung des Lichtes wegen der Kugelgeſtalt dadurch größtentheils zu vermeiden geſucht, daß er dem Hohlſpiegel eine paraboliſche Geſtalt gegeben hat.

M.

M. ſ. Lichtenbergs Magazin für das Neueſte a. d. Phyſ. B. V. St. 1. S. 108. Bodens aſtronomiſch. Jahrbuch 1790. Gehler a. a. O. S. 148.

§. 564.

Bisher iſt das Licht als freye oder ſtrahlende Lichtmaterie betrachtet worden, in welchem Zuſtande ſie vorzüglich unſer Auge rühret, und dadurch die Empfindung des Sehens bewirket. Allein die Erfahrung beweiſet auch, daß die Lichtmaterie aller Strahlung beraubet, und als ein Beſtandtheil im gebundenen Zuſtande der Körper angeſehen werden kann. Z. B. bey dem Verbrennen der Körper findet allemal ein Leuchten ſtatt, dabey muß ſich aber offenbar das Licht, welches irgendwo im gebundenen Zuſtande war, entwickeln, und unſer Auge rühren. Ueberhaupt laſſen ſich alle Körper unter Umſtände bringen, in welchen ſie Licht entwickeln und hervorbringen. Es ſcheint mir, daß die neuere Chemie nicht jederzeit Licht- und Wärmeſtoff von einander gehörig unterſchieden hat. Zwar hat Lavoiſier (Syſtem der antiphlogiſtiſchen Chemie, a. d. Franzöſ. durch Hermbſtädt Th. I. S. 228. 229.) beyde Stoffe als verſchieden angeſehen und aus den Verſuchen des Bertholet eine ſtarke Vermuthung erhalten, daß der Lichtſtoff eine ſehr große Verwandſchaft zum Sauerſtoffe habe; allein bey Erklärung aller Phänomene, bey welchen ſich Licht entwickelt, keine Rückſicht darauf genommen. Ja, einige glauben, daß der Lichtſtoff ein hypothetiſch angenommener Körper, und vielleicht nur eine bloße Modification des Wärmeſtoffs ſey, wodurch derſelbe fähig wird, das Organ des Geſichts zu rühren. M. ſ. Girtanners Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. S. 14. u. f.

§. 565.

Diejenigen Umſtände, unter welchen ſich Licht aus den Körpern entwickelt, welche ſonſt für ſich kein Leuchten hervorbringen, ſollen bald mit mehreren unterſuchet werden. Es entſteht hier nur noch die Frage, ob das Leuchten der Phosphoren und anderer ſelbſt unverbrennlicher Körper, welches ſie durch Reibung oder durch Mittheilung zeigen, ein wirkliches ſchwaches Verbrennen ſey? Nimmt man mit Herrn Gren und andern an, daß freyes Licht aus einer eigenen Lichtbaſis und dem Wärmeſtoffe zuſammengeſetzet iſt, ſo muß auch ein jedes Leuchten als ein ſchwaches Verbrennen betrachtet werden. Sieht man aber den Lichtſtoff als einen einfachen Stoff an, ſo läßt ſich nicht allein freyes Licht ohne Wärme gedenken, ſondern die Erfahrung beſtätiget auch dies, wie einige Verſuche des Herrn Göttling mit dem Phosphor beweiſen, welcher in der Stickluft ohne alle Wärme ſehr lebhaft leuchtete. Selbſt in den heiterſten und helleſten Wintertagen, an welchen die Kälte am größten iſt, mithin die Wärmematerie am mehrſten gebunden zu ſeyn ſcheinet, iſt der Lichtſtoff am freyeſten und wirkſamſten, welches doch unmöglich ſtatt finden kann, wenn das freye Licht blos die Wärmematerie verurſachte. Es ſcheint freylich der Lichtſtoff eine große Verwandſchaft mit dem Wärmeſtoff zu haben, allein es können auch Umſtände ſich einfinden, bey welchen der Wärmeſtoff mit andern Materien eine größere Verwandſchaft beſitzet, als mit dem Lichtſtoffe, daher kann Licht ohne Wärme ſeyn. Zu den merkwürdigſten Phosphoren, welche im Dunkeln leuchten, gehören:

1. Der Kunkelſche Phosphor, welcher unter einer Temperatur von 76 Grad Fahrenh. leuchtet.
2. Balduins Phosphor.
3. Hombergs Phosphor.

4. Cantons Phosphor.
5. Der Schwerſpath, oder Bologneſer Leuchtſtein, wenn man ihn zwiſchen Kohlen geglühet hat.
6. Der Flußſpath, wenn er erwärmet worden.
7. Marggrafs Leuchtſteine.

Mehrere Körper, welche durch Erhitzen oder Reibung an einander ein Leuchten hervorbringen, ſind von Herrn Wedgwood in dieſer Abhandlung: Ueber das Leuchten verſchiedener Körper beym Erhitzen oder Aneinanderreiben in Grens Journal der Phyſik. B. VII. S. 45. angeführt worden.

Fünftes Kapitel.

Vom Waſſer.

§. 566.

Das Waſſer iſt in verſchiedenen Temperaturen auch in einem verſchiedenen Zuſtande. Bey der gewöhnlichen Temperatur unſerer Atmoſphäre, welche über 32 Grad Fahr. beträgt, iſt es ſtets flüſſig und hat dieſe Flüſſigkeit von dem damit verbundenen Wärmeſtoffe. Wenn ſich aber der Wärmegrad unter 32 Grad Fahr. vermindert, ſo verwandelt es ſich in eine feſte Geſtalt, oder wird Eis, folglich muß es hierbey den vorher gebundenen Wärmeſtoff entlaſſen. Das Eis, welches eigentlich eine wahre Kryſtalliſation iſt, bildet ſich gewöhnlich in Nadeln, welche unter einem Winkel von 60 bis 120 Grad ſich durchkreutzen. Bey der Temperatur endlich, wo das Waſſer zu kochen anfängt, verwandelt es ſich in eine expanſible Flüſſigkeit oder in Dunſt.

§. 567.

§. 567.

Wenn das Waſſer rein iſt, ſo beſitzet es weder Farbe, noch Geruch, noch Geſchmack und iſt unentzündlich. Es hat auch urſprüngliche Elaſticität, welches die Herren Zimmermann und Abich durch Erfahrung bewieſen haben. Die Flüſſigkeit hat es nur, wie geſagt, wegen des Drucks der Atmoſphäre bey der Temperatur über dem Gefrierpunkte.

§. 568.

In dem Eiſe nimmt man größere und kleinere Luftblaſen wahr, welche darin zerſtreuet ſind. Vermuthlich liegt die Urſache davon nicht allein in derjenigen Luft, welche im Waſſer beym Zuſtande der Flüſſigkeit ſchon da war, und beym Gefrieren ſich vom Waſſer abſonderte, ſondern auch nach Herrn Lichtenbergs Meynung durch die ſchnelle Entwickelung des im Waſſer gebundenen Wärmeſtoffs, welcher einen Theil in Dampf verwandelt. Denn man bemerkt ſelbſt im Waſſer, welches von Luft befreyet worden, dergleichen Luftblaſen, wenn es ſich in Eis verwandelt hat.

§. 569.

Bey dem Gefrieren des Waſſers dehnt es ſich aus, und nimmt einen größern Raum als vorher ein. Ohne Zweifel liegt der Grund hiervon vorzüglich in den entwickelten Luft- und Dampfblaſen, wodurch die gefrornen Theile beym Kryſtalliſiren mehr von einander entfernet werden, und daher ein beſonderes Gefüge annehmen. Dadurch wird es aber auch begreiflich, warum das Eis ſpecifiſch leichter als das Waſſer wird, und auf ſelbigem ſchwimme. Die Ausdehnung des Waſſers während der Verwandlung deſſelben in Eis, geſchiehet mit einer ſolchen Kraft, daß dadurch Felſen, Bäume, Gewölbe u. d. g. geſpalten, das Pflaſter gehoben

hoben und die ſtärkſte eiſerne Bombe geſprengt werden kann. Man darf ſich alſo nicht wundern, wenn das gewöhnliche Hausräthsgeſchirr, in welchem Waſſer ſich befindet, beym Gefrieren zerſpringet.

§. 570.

Wenn Waſſer in genau zugeſtopften Gefäßen der Kälte ausgeſetzet wird, ſo lehret die Erfahrung dies merkwürdige Phänomen, daß es in ſelbigen, wenn ſie an einem ruhigen Orte ſich befinden, nicht ſogleich in Eis verwandelt wird, als es gewöhnlich geſchiehet. Auch wenn Oel über Waſſer gegoſſen wird, kann es eine ſtärkere Kälte ohne zu gefrieren vertragen, als das Waſſer, welches in freyer Luft ſich befindet. Sobald aber die Gefäße geſchüttelt werden, ſo gefrieret das Waſſer augenblicklich, und verwandelt ſich in eine ſchaumige mit vielen Luftblaſen eingeſtreuete Maſſe. Die Urſache dieſes Phänomens liegt vermuthlich darin, daß bey dem Ausſchluß der freyen Luft die Entwickelung der im Waſſer gebundenen Wärme nicht ſo ſchnell erfolget, als in freyer Luft ſelbſt.

§. 571.

Das tropfbar flüſſige Waſſer verliert nicht allein bey dem niedrigen Grade der Wärme des Gefrierpunktes ſeine Flüſſigkeit, ſondern es kann auch durch Kräfte anderer Materie in den Zuſtand der Feſtigkeit übergehen, wobey es aber auch ſeinen gebundenen Wärmeſtoff fahren läßt. Beyſpiele hiervon findet man bey der Kryſtalliſirung der Salze, bey welchen ſich das Waſſer in Eis verwandelt, und deswegen Kryſtalliſationseis genennet wird. Wenn die Salzkryſtalle dieſes ihnen inhärirende Eis verlieren, ſo fällt auch die Durchſichtigkeit der Kryſtalle und der Zuſammenhang ihrer Theile weg. Einige Salze verlieren dies Eis blos an der freyen Luft, und verwittern oder zerfallen

in

in lockern Staub wie z. B. das Glauberſalz; andere hingegen verlieren es durch die Wirkung der Hitze. Diejenigen Salzkryſtalle, welche ihr Kryſtalliſationseis auf eine oder die andere Weiſe verloren haben, ſaugen bey der Berührung des Waſſers ſelbiges begierig ein, und es wird dabey eine merkliche freye Wärme entbunden. Uebrigens iſt das Waſſer ein Auflöſungsmittel verſchiedener Körper, beſonders für die Salze.

§. 572.

So wie das Waſſer bey Erniedrigung der Temperatur in Eis verwandelt wird, ſo wird es bey erhöheter Temperatur in eine expanſible Flüſſigkeit übergehen, und heißt alsdenn Waſſerdampf. Es iſt ſchon oben bey der Lehre vom Wärmeſtoffe gezeiget worden, wie und auf welche Art dieſer Dampf entſtehe. Er zerſetzt ſich aber leicht wieder entweder durch Abkühlung oder durch Zuſammendrückung; aus dieſem Grunde erfordert auch das Waſſer unterm Druck der Atmoſphäre mehr Wärmeſtoff, um in Waſſerdampf verwandelt zu werden, als im luftleeren Raume. Jedoch iſt es nicht nöthig, daß bey der Verwandlung des Waſſers in Waſſerdampf jederzeit eine Siedhitze erfordert werde, vielmehr kann ſie unter jeder Temperatur ſtatt finden; alsdenn wird aber bey einerley Druck der Atmoſphäre in einerley Zeit eine deſto geringere Quantität Waſſerdampf erzeuget werden, je niedriger die Temperatur iſt. Von der Ausdünſtung des Waſſers, welche ebenfalls nur eine Verwandlung des Waſſers in Dampf iſt, ſoll unten mit mehrerem gehandelt werden.

§. 573.

Wenn die Waſſerdämpfe einer noch größern Hitze ausgeſetzet werden, ſo wird ihr Zuſtand ſo verändert, daß ſie eine elaſtiſche Flüſſigkeit bilden, welche weder

durch

durch Erkalten noch durch Zuſammendrückung zerſetzet wird. Die Folge wird lehren, daß bey der Bildung dieſer permanent elaſtiſchen Flüſſigkeit die Lichtmaterie das vorzügliche Agens iſt. Aller Wahrſcheinlichkeit nach verbindet ſich die Lichtmaterie mit dem Waſſer und Wärmeſtoff chemiſch, und verurſachet dadurch die daurende Elaſticität.

§. 574.

In der Natur findet man kein vollkommen reines Waſſer. Das reinſte iſt noch das Regen- oder Schneewaſſer; nach dieſem folgen die unſchmackhaften Quell- oder Brunnenwaſſer, und zwar mehr die weichen als harten. Ueberhaupt enthalten die mehrſten Waſſer, ſelbſt das Regenwaſſer andere Beſtandtheile, als Salze, Erden und Metalle. Um ſich alſo ganz reines Waſſer zu verſchaffen, bleibt die Deſtillation das einzige Mittel: denn, weil das Waſſer flüchtig iſt, ſo geht es in Dämpfe über, und die Salze, Erden und Metalle als feuerbeſtändige Körper, bleiben zurück, nur muß das Waſſer in ſolchen Gefäßen überdeſtilliret werden, welche es nicht ſelbſt verunreinigen.

§. 575.

Sonſt hatten einige Naturforſcher, als Boyle, Helmont und Eller die Meynung, daß ſich das Waſſer in Erde verwandele, und daß es folglich vom Feuer aufgelöſte Erde ſey. Dies ſuchten ſie durch Verſuche mit dem Wachſen der Pflanzen im Waſſer zu beweiſen. Auch durch Deſtillation aus gläſernen Gefäßen erhielten Boyle, Eller, Walerius, Marggraf und andere, Erde, und Marggraf glaubte ſogar, daß das Waſſer durchs Schütteln in Erde verwandelt werden könne. Allein die genauen Verſuche eines Lavoiſier, Scheele, v. Dalberg und anderer haben dieſe Meynung nicht beſtätiget gefunden. M. ſ. Lavoiſiers phyſ.-chemiſche Schriften, überſetzt von

Wei-

Weigel B. II. 1785. S. 29. ff. in den Anmerk. der Ueberſ.

§. 576.

Verſchiedene neuere Naturforſcher halten das Waſſer als eine einfache Subſtanz. Aus verſchiedenen ſehr oft angeſtellten genauen Verſuchen des Herrn Lavoiſier und andern, wovon einige bey der Unterſuchung der Luftarten beſchrieben werden ſollen, ſcheint zu folgen, daß das Waſſer aus den beyden Stoffen, dem Sauerſtoffe und dem Waſſerſtoffe, zuſammengeſetzet ſey. M. ſ. Lavoiſier Syſtem der antiphlogiſtiſchen Chemie, aus dem Franzöſ. von Hermbſtädt B. I. 1792. S. 120. Girtanners Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 78 ff. Alle dieſe Verſuche aber, ſo richtige Fakta ſie liefern, laſſen ſich auch auf andere Art erklären, wobey das Waſſer als eine einfache Subſtanz betrachtet wird, und es läßt ſich nicht entſcheiden, welche Meynung die richtigſte ſey. M. ſ. Erxlebens Anfangsgründe der Naturlehre, 6ſte Aufl. mit Verbeſſ. und vielen Zuſätzen von G. C. Lichtenberg. Götting. 1794. 8. Vorr. S. XXVIII. u. f. Brief des Herrn de Lüc an Herrn de la Metherie über die Natur des Waſſers u. ſ. w. vom 19. Jan. 1790. aus dem Journ. de phyſ. überſetzt in Grens Journal der Phyſik B. II. S. 252. u. f. Gren Handbuch der geſammten Chemie. Halle 1794. 8. B. I. §. 277. u. f. Achards Verſuche, um die Umſtände zu beſtimmen, unter welchen Luft hervorgebracht wird, wenn man Waſſer als Flüſſigkeit oder als elaſtiſchen Dampf mit verſchiedenen rothglühenden Körpern in Berührung bringt, in Crells chem. Annalen Jahr 1785. B. I. S. 304. ff. S. 387. ff. S. 522. ff. Watt Gedanken über die Beſtandtheile des Waſſers und der dephlogiſtiſirten Luft, ebendaſ. S. 499. Gehlers phyſikal. Wörterbuch. Theil V. S. 981. ff.

Sechſtes Kapitel.

Von der Luft und von den Luftarten.

§. 577.

Unter Luft (aër) im eigentlichſten Verſtande verſteht man diejenige unſichtbare, farbenloſe, ſchwere und permanent elaſtiſche flüſſige Materie, welche in gläſernen und metalliſchen Gefäßen eingeſchloſſen werden kann und unſere Erde allenthalben umgiebt. Man nennt ſie auch die gemeine oder atmoſphäriſche Luft, und war die einzige, welche man ſonſt aus der Erfahrung kannte. In den neuern Zeiten aber hat man mehrere Arten von ſolchen permanent elaſtiſchen Flüſſigkeiten entdeckt, welche man unter dem Namen Gas, Luft, Gasarten oder Luftarten begreift, und durch deren Eigenſchaften man erſt die gemeine Luft recht kennen gelernet hat. Hier ſollen nun zuerſt die phyſiſchen Eigenſchaften der gemeinen Luft unterſucht werden.

§. 578.

Wenn man eine flache Hand oder ſonſt eine Fläche ſchnell gegen das Geſicht bewegt, ohne es zu berühren, ſo fühlt man, daß etwas ans Geſicht ſtößt, welches wir Wind nennen. Ja, die Erfahrung lehret, daß durch ſelbigen oftmals die ſtärkſten befeſtigten Körper umgeriſſen werden. Daher ſchließen wir, daß allenthalben auf unſerer Erdkugel eine flüſſige unſichtbare Materie ſich befinden müſſe, welche dieſe Wirkungen hervorbringt, und welche eben die atmoſphäriſche Luft genennet wird. Man nehme ein Trinkglas,

ſtürze die Oeffnung deſſelben auf die Oberfläche des in einem Gefäße befindlichen Waſſers ſo, daß der ganze Umfang der Oeffnung des Glaſes zugleich die Oberfläche des Waſſers berühre; vermöge der Erfahrung iſt nun Luft im Glaſe, und es würde in ſelbiges gar kein Waſſer dringen können, wenn die Luft nicht elaſtiſch wäre, ſo groß auch die drückende Kraft iſt; die Erfahrung lehret, daß das Waſſer bis auf eine gewiſſe Tiefe ins Glas eindringet. Je tiefer man das Glas unters Waſſer bringt, deſto höher wird zwar das Waſſer im Glaſe ſteigen, aber nie den ganzen Raum des Glaſes ausfüllen. Sobald das Glas in dieſer Lage nicht mehr gehalten wird, ſo wird es ſich neigen und umfallen, zugleich fahren aber auch Waſſerblaſen in die Höhe, welche auf der Oberfläche des Waſſers zerplatzen. Es muß ſich alſo die im Glaſe zuſammengepreßte Luft wieder ausdehnen, wodurch dieſe Erſcheinung zuwege gebracht wird. Wird das Glas gleich anfänglich ſchief gegen die Oberfläche des Waſſers gebracht, ſo daß die Luft ausweichen kann, ſo bleibt das Glas zuletzt im Waſſer ruhig ſtehen, und ſteigt in ſelbigem ſo hoch, als es auſſerhalb deſſelben im Gefäße iſt. Demnach lehret die Erfahrung, daß die Luft elaſtiſch ſey. Die Elaſticität der Luft läßt ſich weder durch Kälte noch Druck, wie die Waſſerdämpfe aufheben, und iſt daher permanent. Um die Luft in einem Gefäße ſtark zuſammenzupreſſen, hat man eigene Maſchinen erfunden, die Compreſſionsmaſchinen genennet werden. Gewöhnlich haben die Luftpumpen auch dieſe Einrichtung, daß ſie als Compreſſionsmaſchinen können gebraucht werden. Von den Compreſſionsmaſchinen ſehe man Wolfs nützliche Verſuche, 3ter Th. 1. Kapit. Winkler Anfangsgründe der Phyſik. Leipzig 1754. 8. S. 130.

§. 579.

§. 579.

Es ſey abcd (Fig. 115.) ein meſſingener hohler Cylinder, in welchem ein Stempel eg mittelſt der Zugſtange gh leicht hin und her beweget werden kann, jedoch ſo, daß zwiſchen dem Stempel und dem Cylinder keine Luft eindringen könne. Stößt man nun den Stempel von b nach a zu, ſo wird man einen Widerſtand fühlen, welcher deſto größer wird, je näher man mit dem Stempel gegen den Boden kömmt, und man wird nie im Stande ſeyn, den Stempel ganz auf den Boden zu bringen, vielmehr tritt der Stempel mit der Stange zurück, wenn ſie nicht mehr gehalten wird. Ohne Zweifel verurſachet dieſe Erſcheinung die Elaſticität der Luft. Im Boden des Cylinders ſey eine kleine Röhre bey f damit verbunden, und mit dieſer Röhre ein anderes hohles Gefäß A. In dieſem Gefäße befindet ſich vermöge der Erfahrung Luft. Sobald nun der Stempel in dem Cylinder ausgezogen wird, ſo wird der Cylinder ab von Luft leer, und die Luft im Gefäße A wird ſich vermöge ihrer Elaſticität ausbreiten, und ein Theil davon in den luftleeren Raum des Cylinders treten. Würde man nun den Stempel wiederum dergeſtalt zurückſtoßen können, daß der in den Cylinder getretene Theil der Luft nicht wieder in das Gefäß A gelangen könnte, ſo würde man durch einen öfters wiederholten Aus- und Rückzug des Stempels das Gefäß A von der Luft zu befreyen deſto mehr im Stande ſeyn. Um dieſes nun zu erhalten, ſey die kleine Röhre im Boden des Cylinders mit einem Hahne verſehen, welcher doppelt durchbohrt iſt, theils damit ein Weg aus dem Gefäße durch den Hahn in den Cylinder offen iſt, theils damit bey jedem Rückzuge ein Weg aus dem Cylinder durch den Hahn in die äuſſere freye Luft offen iſt. Wenn alsdenn der Weg aus dem Gefäße in

den Cylinder verſchloſſen iſt, ſo wird man beym Rückzuge des Stempels ein Ziſchen bemerken, welches die im Cylinder befindliche Luft, indem ſie in die äuſſere freye Luft getrieben wird, verurſachen muß. Hieraus folgt unläugbar, daß auch ſolche Luft, deren Dichtigkeit um ein Beträchtliches geringer als die Dichtigkeit der um uns her befindlichen Luft im natürlichen Zuſtande iſt, noch immer ein Beſtreben behalte, ſich nach allen Seiten auszubreiten. Bey jedem Stempelzuge wird die im Gefäße befindliche Luft im ganzen innern Raum des Gefäßes und des Cylinders ausgebreitet; es bleibt aber immer noch Luft im Gefäße zurück, deren Dichtigkeit jedoch geringer iſt, als die Dichtigkeit derjenigen Luft, welche vor dem Stempelzuge in eben dem Gefäße enthalten war.

§. 580.

Ein Werkzeug, welches dazu dienet, die Luft aus einem eingeſchloſſenen Raume größtentheils wegzunehmen, heißt eine **Luftpumpe**. Der Erfinder derſelben war der Burgermeiſter in Magdeburg, **Otto von Guericke**. Ohngefähr um die Mitte des 17ten Jahrhunderts ſtellte er damit verſchiedene Verſuche in Regensburg in Gegenwart des Kaiſers Ferdinand III. und einigen deutſchen Reichsfürſten an. Nachher machte **Robert Boyle** dieſe Erfindung mit einigen Veränderungen noch mehr bekannt. M. ſ. *Otto de Guericke* experimenta nova magdeburgica de vacuo ſpatio. Amſtel. 1672. Fol. *Rob. Boyle* nova experimenta phyſico-mechanica de vi aëris elaſtica et eiusdem effectibus. Genev. 1680. in ſeinen operib.

§. 581.

Soll die Luftpumpe ſowohl zur Verdünnung als auch zur Verdichtung der Luft in einem Gefäße gebraucht

braucht werden, ſo kann ſie im weſentlichen die im §. 579. beſchriebene Einrichtung beſitzen, obgleich durch mancherley mechaniſche Anordnungen die Bewegung des Stempels gar ſehr erleichtert werden kann. Damit man nun wahrnehmen könne, was im verdünnten Raume vorgehe, wählt man am liebſten gläſerne Gefäße, welche die Geſtalt einer Glocke haben, und daher auch **Glocken** genennet werden. Dieſe werden ſodann auf einen recht ebenen horizontalliegenden meſſingenen Teller geſetzet, in deren Mitte ein durchbohrtes Loch ſich befindet, in welchem die mit dem Cylinder verbundene Röhre befeſtiget worden. Uebrigens muß der Umfang an der Oeffnung der gläſernen Glocke recht eben abgeſchliffen ſeyn, damit ſie genau an dem Teller anſchließe. Wenn nun der Hahn ſo geſtellet worden, daß der Weg aus dem Cylinder durch die Röhre offen ſtehet, ſo wird beym Auszuge des Stempels ein Theil von der in der Glocke befindlichen Luft in den Cylinder treten, welche durch den Rückzug des Stempels in die freye Luft fortgeſchafft wird, wenn der Hahn die andere Stellung bekommt. Durch dieſe wiederholte Arbeit wird die Luft unter der Glocke immer mehr und mehr verdünnet. Soll im Gegentheil die in einem Gefäße befindliche Luft noch mehr verdichtet werden, ſo muß an ſelbigem eine Schraube angebracht ſeyn, welche auf dem Teller in das Loch feſtgeſchraubt werden kann. Hiernächſt wird beym Auszuge des Stempels der Hahn ſo geſtellt, daß der Weg aus der freyen Luft in den Cylinder offen ſtehet, damit äuſſere Luft hineindringen könne; beym Rückzuge des Stempels aber muß der Hahn die andere Stellung bekommen, damit die im Cylinder befindliche Luft in das angeſchraubte Gefäß dringen könne. Uebrigens iſt es leicht zu begreifen, daß die Verdünnung oder Verdichtung der Luft unter der Glocke oder in dem Gefäße deſto ſchneller geſchieht, je größer der

Raum des Cylinders in Vergleichung mit dem Raume der Glocke oder des Gefäßes iſt.

§. 582.

Bey ſolchen Luftpumpen, deren weſentliche Stücke im vorigen §. ſind beſchrieben worden, wird gemeiniglich der meſſingene Cylinder wegen der mehreren Bequemlichkeit entweder völlig horizontal oder auch gegen den Horizont geneigt geſtellet. Man hat aber auch Luftpumpen, welche ſtatt eines doppelt durchbohrten Hahnes zwey Ventile beſitzen, wovon das eine im Boden des Cylinders, und das andere in dem Stempel ſich befindet, und welche beyde ſich aufwärts öffnen; bey dieſen Luftpumpen ſteht gewöhnlich der Cylinder aufrecht, und heißen daher **vertikale Luftpumpen.** Nach Boyle hat man nemlich auf Verbeſſerungen an der Luftpumpe gedacht, theils um ſie bequemer zu den anzuſtellenden Verſuchen einzurichten, theils aber auch durch vortheilhaftere Anordnung mechaniſcher Kräfte den Stempel aus- und einzuziehen. Die vorzüglichſten hiervon ſind folgende:

1. **Wolfred Senguerds** Luftpumpe mit dem ſchiefliegenden oder horizontalen Cylinder. Sie iſt mit einem Hahn, und die Zugſtange des Stempels beſitzet Zähne, welche vermittelſt einer Kreuzhaſpel aus- und eingewunden wird. M. ſ. Wolfs nützliche Verſuche. Halle 1721. 8. I. Theil. S. 112. ff.
2. **Hawksbee's** Luftpumpe. Sie hat einen doppelten Cylinder, und iſt eine Luftpumpe mit Ventilen. Die Zugſtangen ſind gezahnt, und werden durch ein Sternrad vermittelſt einer Kurbel aus- und eingewunden. M. ſ. Acta eruditor. Lipſ. Supplem. T. V. p. 403. *Hawksbee* experiences phyſico-mechaniques, trad. de l'Angl. à Paris 1754. 2 Volum. 8.
3. **Leupolds** Luftpumpe. Dieſe iſt von der vorigen Einrichtung in nichts weiter verſchieden, als daß bey dieſer die gezahnten Zugſtangen an einen ſtarken Wagebalken angebracht ſind, welche vermittelſt eines damit parallel laufen-

laufenden Hebels wie an großen Feuerſpritzen auf- und niedergezogen werden. M. ſ. Leupolds deutliche Beſchreibung der ſogenannten Luftpumpe. Leipz. 1707. 4. Erſte Fortſetzung 1711. 4. Acta eruditor. Lipſ. 1713. menſ. Febr. p. 95. ſq.

4. S'Graveſand doppelte und einfache Luftpumpe. Der Mechanismus hierbey iſt ſo eingerichtet, daß bey der Bewegung des Stempels zugleich der Hahn die richtige Stellung erhält. Sie ſind aber ſehr zuſammengeſetzt. M. ſ. *S'Graveſande* element. philoſ. natur. mathem. T. II. L. IV. c. 4.

5. Nollets doppelte und einfache Luftpumpe. Dieſe haben faſt einerley Einrichtungen wie die S'Graveſandſchen, ſind nur nicht ſo ſehr zuſammengeſetzt. M. ſ. *Nollet* leçons phyſiques experim. Tom. III. Leç. X.

6. Smeaton's Luftpumpe. Dieſe iſt mit Ventilen und zugleich ſo eingerichtet, daß ſie als Compreſſionsmaſchine gebraucht werden kann. Dieſe iſt deutlich und vollſtändig beſchrieben von Käſtner (Anfangsgründe der angewandt. Mathemat. Aerometr. §. 50.) und Karſten (Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Th. VI. Pnevmatik. Abſchn. V. §. 85. u. f.) Einige Verbeſſerungen von dieſer Luftpumpe hat Leiſte angegeben. M. ſ. deſſen Beſchreibung einer neuen Luftpumpe. Wolfenbüttel 1772. 4. Auch Nairne und Blunt haben Verbeſſerungen an dieſer Luftpumpe angebracht, und man findet dieſe beſchrieben und abgezeichnet in Erxlebens Anfangsgründe der Naturlehre. 4, 5, und 6ſte Ausgabe nach der Vorrede von Lichtenberg.

7. Cuthbertſons Luftpumpe. Dieſe hat weder Hähne noch Ventile, ſondern Stöpſel, welche vermöge einer innern Einrichtung in Oeffnungen einfallen und daraus wieder gehoben werden. M. ſ. Beſchreibung einer verbeſſerten Luftpumpe von Joh. Cuthbertſon, aus dem Engliſchen. Mannheim 1788. 8.

8. Schraders Luftpumpe. Dieſe beſitzet metallene Kegelventile. M. ſ. Beſchreibung einer neuen und vollkommenen Einrichtung der Luftpumpe. Flensb. u. Leipzig 1791. 8. und ein Auszug davon in Grens Journal der Phyſik. B. III. S. 357. ff.

9. Wredes Luftpumpe. Hierbey iſt ſtatt des Hahns eine ſogenannte Rohrwalze angebracht. M. ſ. Berliniſches Journal für Aufklärung VII. Band. 1. Stück. April 1790. und ein Auszug davon in Lichtenbergs Magazin für das neueſte der Phyſik B. VII. 1ſtes St. S. 117. f.

10. Reiſers doppelte Luftpumpe mit Kegelventilen. M. ſ. Nachricht von einigen neuen Vorrichtungen bey phyſikaliſchen Experimenten, beſonders von einer beſſern Luftpumpe als die bisherigen. Baſel 1790. 8. und ein Auszug in Lichtenbergs Magazin f. d. Neueſte d. Phyſ. B. VII. 2tes Stück S. 49. u. f.

Beſondere Arten von Luftpumpen ſind folgende:

1. Baaders Luftpumpen mit Queckſilber. M. ſ. Lorenz Hübners phyſikal. Taſchenbuch für Freunde der Natur, I. Jahrg. 4tes Viertel. Salzburg 1784. S. 650.

2. Hindenburgs Luftpumpe mit Queckſilber. M. ſ. *C. F. Hindenburg* Antliae novae hydraulico-pnevmaticae mechanismus et deſcriptio. Lipſ. 1787. 4.

3. Wilkens und Berretray's Luftpumpen durch Waſſerdämpfe. M. ſ. Wilke in den ſchwediſch. Abhandlungen 1769. B. XXXI. S. 31. ff. Des Herrn Abt Cajet Berretray Beſchreibung einer Luftpumpe, in Gréns Journal der Phyſik. B. VI. S. 86. ff.

Die Beſchreibung der hauptſächlichſten Arten von Luftpumpen, die ſeit der Erfindung bekannt geworden ſind, nebſt einer Anleitung zur Berechnung des Effektes und der mechaniſchen Anordnung einer guten Luftpumpe findet man überhaupt in Karſtens Lehrbegriff der geſammten Mathematik, Th. VI. Pnevmatik. Abſchnitt V und VI.

§. 583.

Wenn eine hohle Kugel mit einem Hahne geöffnet und wieder verſchloſſen werden kann, ſo pumpe man aus ſelbiger die Luft, ſo viel als möglich, heraus, und wäge ſie leer, darauf aber auch mit Luft angefüllt, ſo wird ſich finden, daß im letzten Falle allemal mehr Gegengewicht nöthig iſt, als im erſten Falle. Hieraus

aus folgt, daß die Luft ſchwer ſey. Bey mittelmäßiger Wärme findet man in den niedrigſten Gegenden nahe an der Erdfläche die Luft ohngefähr 800 bis 850mal leichter als Waſſer, je nachdem die Luft weniger oder mehr dicht iſt. M. ſ. Wolfs nützliche Verſuche Th. I. §. 86.

§. 584.

Vermöge der Erfahrung iſt auf der ganzen Oberfläche unſerer Erde Luft anzutreffen, auch ſelbſt in der größten Höhe, wohin die Aeroſtaten gekommen ſind. Weil nun die Luft ſchwer iſt, ſo iſt es leicht zu begreifen, daß die in einer anſehnlichen Höhe über uns ausgebreitete Luft ungeachtet ihrer Elaſticität nicht eher in Ruhe und ins Gleichgewicht kommen könne, bis die äuſſerſte Gränze eine kugelförmige Fläche bildet. Man nennt die ganze unſere Erde umgebende Luftmaſſe die Atmoſphäre oder auch wohl den Dunſtkreis, weil die Dünſte, welche ſich auf der Oberfläche unſerer Erde befinden, in ſelbigem in die Höhe ſteigen, und in Geſtalt des Regens, Schnees, Hagels u. d. g. wieder herabfallen. Wäre alſo bey einerley Wärme in der Atmoſphäre alles im Gleichgewichte, ſo iſt die Dichtigkeit und Elaſticität an der Erdfläche am größten, und nimmt bey jeder weitern Entfernung von der Erde ab, bis endlich an der äuſſerſten Gränze die Elaſticität der Luft unmerklich wird. Denn es wird die an der Erdfläche befindliche Luftſchichte von der über ihr liegenden am meiſten gepreßt, und daher in einen kleinern Raum gebracht, als die zunächſt über ihr liegende Luftſchichte, dieſe aber wieder ſtärker, als die nächſte u. ſ. f. bis an die Gränze der Atmoſphäre, welche keinem Druck mehr ausgeſetzet iſt; folglich muß auch daſelbſt die Elaſticität unmerklich ſeyn.

§. 585.

Man nehme ein bauchichtes Gefäß, welches oben und unten eine enge Oeffnung beſitzet, tauche ſelbiges

ganz unters Waſſer, ſo wird es ſich damit anfüllen. Sobald wie dieſes geſchehen, halte man den Daumen noch unterm Waſſer feſt auf die eine Oeffnung, ziehe es ſodann aus dem Waſſer, ſo wird man daſſelbe hintragen können, wohin man will, ohne daß das geringſte herausläuft. Wenn aber der Daumen weggenommen wird, ſo fließt das Waſſer vermöge ſeiner Schwere aus der andern Oeffnung aus. Die Urſache, warum das Waſſer ſo lange in dem Gefäße bleibt, und alsdenn erſt herabſinkt, wenn der Daumen weggenommen wird, muß ohne Zweifel in dem Druck der äuſſern Luft gegen die Fläche des Waſſers geſucht werden. Stellt man ſich nemlich das Gefäß ſo vor, als wenn es unten einen Boden hätte, ſo würde ſelbiger einen Druck leiden, welcher vom Gewichte einer Waſſerſäule herrühret, deſſen Grundfläche dem Boden und deſſen Höhe der Waſſerhöhe gleich iſt; dagegen leidet auch dieſer Boden einen Gegendruck von der Luft, welcher ſo groß iſt, als der Druck einer Luftſäule, welche eben den Boden zur Grundfläche hat, und deren Höhe ſich bis an die äuſſerſte Gränze der Atmoſphäre erſtrecket. Dieſer Druck der ſehr hohen Luftſäule iſt gemeiniglich noch größer, als das Gewicht einer ſolchen kurzen Waſſerſäule, die im Gefäß zu gedenken iſt. Das Gefäß wird oben von dem Daumen nur verſchloſſen, um den Druck der Luft von dieſer Seite abzuhalten. **Evangeliſta Toricellius** machte dieſen Verſuch im Jahre 1643. zuerſt bekannt; er nahm aber hierzu eine über 28 Zoll lange an dem einen Ende verſchloſſene gläſerne Röhre, füllte ſie alsdenn mit Queckſilber, und ſetzte das offene Ende in ein Gefäß mit Queckſilber; hier fand er, daß das Queckſilber in der Röhre über der Oberfläche des Queckſilbers im Gefäße in der Höhe von etwa 28 Zollen ſtehen blieb. Daher hat dieſe Röhre auch den Namen der **toricellianiſchen Röhre** erhalten und

der

der leere Raum über dem Queckſilber in der Röhre die toricellianiſche Leere.

§. 586.

Weil das Waſſer ohngefähr 14mal leichter als Queckſilber iſt, ſo würde es durch eben den Druck der Luft 14mal höher gehalten werden. Nun iſt 28. 14 = 392 Zoll = $32\frac{2}{3}$ Fuß; alſo wird der Druck der Luft eine Waſſerſäule von ohngefähr 32 Fuß Höhe im Gleichgewichte erhalten. Hieraus läßt ſich nun mit Gewißheit ſchließen, daß die Luft in den niedrigern Gegenden unſerer Erdfläche eine jede gegebene Fläche ſo ſtark als das Gewicht einer Queckſilberſäule druckt, welche 28 Zoll hoch darüber ſtehet, oder ſtatt deſſen das Gewicht einer Waſſerſäule von 32 Fuß Höhe.

§. 587.

Weil die Luft eine flüſſige Materie iſt, ſo muß ſie auch nach allen nur möglichen Richtungen, nach welchen ſie gedruckt wird, widerſtehen, und einen Körper unter den im vorigen §. angegebenen Umſtänden im Gleichgewichte erhalten. Hierauf gründen ſich verſchiedene im gemeinen Leben vorkommende Phänomene: Es iſt nemlich hieraus erklärbar

1. warum aus einem Glaſe bey umgekehrter Oeffnung, wenn ein Papier davor gelegt wird, kein Waſſer herausgelaſſen wird.
2. Warum aus dem Hahne an einem Faſſe, deſſen Spundloch feſt zugeſchlagen iſt, nichts herauslaufen kann.
3. Warum aus einem Gefäße mit ſehr enger Oeffnung beym Umkehren nichts Flüſſiges herauslaufen könne.
4. Der Zaubertrichter oder Taſchenſpielertrichter.
5. Der Stechheber.

§. 588.

Wenn der Druck der Luft von allen Seiten her gleich bleibt, ſo muß alles im Gleichgewichte bleiben,

und kann daher gar keine Bewegung erfolgen; ſobald aber nur auf einer Seite der Druck größer oder kleiner wird, als auf der andern, ſo muß auch der Ueberſchuß der beyden Drucke auf der einen Seite eine Bewegung hervorbringen. Auf dieſen Gründen beruhet die Einrichtung des ſogenannten Hebers (ſipho),

1. des gemeinen Hebers. Es hänge in dem voll Waſſer geſchütteten Gefäß b a d c (Fig. 116.) eine gebogene Röhre g h m ſo, daß der kürzere Schenkel g h im Gefäß und der längere h m auſſerhalb demſelben ſich befinde, ſo wird, wenn die in der Röhre befindliche Luft auf irgend eine Weiſe genugſam verdünnet worden, nicht nur Waſſer in den Schenkel g h ſteigen, ſondern auch in dem andern Schenkel bey m mit einer Geſchwindigkeit abfließen, welche mit der Höhe der Oberfläche des Waſſers b c über der Oeffnung m zuſammengehöret. Denn vermöge hydroſtatiſcher Geſetze wird das Waſſer in der Röhre g h eben ſo hoch ſtehen, als in dem Gefäße, wenn die Luft in der Röhre in einerley elaſtiſchem Zuſtande mit der äuſſern Luft ſich befindet. Wenn aber durch Saugen des Mundes bey m die in der Röhre eingeſchloſſene Luft verdünnet wird ſo, daß die Waſſerſäule, welche zum Maaß der Elaſticität der Luft dient, um die Höhe c h oder auch wohl noch um eine größere Höhe abnimmt, ſo iſt es eben ſo viel, als wenn in dem Gefäß b a d c das Waſſer in den Schenkel g h hinauftreten, und in den andern Schenkel h m übergehen müſſe. Iſt es nun in den Schenkel h m bis k gekommen, ſo muß die Höhe des Drucks der Atmoſphäre gegen k von unten her kleiner ſeyn, als die Höhe des Drucks gegen eben die Fläche k von oben herab, und k i iſt die Differenz beyder Höhen; demnach wird ſich das Waſſer in der Röhre h m noch tiefer ſenken, und bey m ausfließen. So lange nun die Bewegung des Waſſers in der Röhre fortdauert, ſo lange muß der Erfolg eben ſo ſeyn, als wenn die Röhre mit dem Gefäße zuſammenhinge, und aus ſelbiger ununterbrochen Waſſer abliefe. Daher muß das Waſſer bey m mit einer Geſchwindigkeit abfließen, welche der Höhe m l der Oeffnung m von der Oberfläche des Waſſers im Gefäße zugehöret.

2. Des würtembergiſchen Hebers. Dieſer iſt mit dem gemeinen ganz einerley, nur daß die beyden Schenkel der gebogenen Röhre gleich lang ſind.

3. Des Kircheriſchen Brunnens, wo eine Schlange das Waſſer ausſpeyet, und ein Storch daſſelbe ausſäuft.

4. Des Diabets der Alten. M. ſ. Wencesl. Joh. Guſt. Karſtens Anfangsgründe der Naturlehre, herausgegeben von Gren. Halle 1790. 8. §. 283.

Von verſchiedenen Arten von Hebern ſ. m. Wolfs nützliche Verſuche Th. III. Kap. 9. und *Lehmann* diſſ. de ſiphonibus. Lipſ. 1710. 4.

Auf den einſeitigen Druck der Luft beruht auch ſelbſt die Anordnung der genugſam bekannten Saugpumpen.

§. 589.

Wenn Luft in einem Gefäße ſo eingeſchloſſen iſt, daß ſie auf keiner Seite ausweichen kann, und eine äuſſere Kraft wirkt auf ſelbige, um ſie in einem engern Raume zuſammenzupreſſen, ſo widerſteht die Luft vermöge ihrer ausdehnenden Kraft gerade ſo viel, nicht mehr, als die äuſſere Kraft ſie zuſammenpreſſen will, und zwar muß der Gegendruck der Luft nach allen Seiten hin ſich äuſſern, weil ſie eine flüſſige Materie iſt. Befände ſich alſo die Luft in einem eingeſchloſſenen Gefäße ſchon in einem zuſammengepreßten Zuſtande, ſo wird ſie auch mit eben der Kraft gegen die Wände dieſes Gefäßes drucken, mit welcher ſie in ſelbiges zuſammengepreßt wurde. Folglich iſt allemal die expanſive Kraft der Luft der drückenden Kraft proportional. Weil nun die untere Luftſchicht an der Erdfläche der Atmoſphäre von den bis zur äuſſerſten Gränze über ihr liegenden gedruckt, mithin die Elaſticität derſelben am größten iſt (§. 584.), ſo folgt auch, daß die Elaſticität der unterſten Luftſchichte eben dieſe Wirkung hervorbringt, als der geſammte

ſammte Druck der über ihr befindlichen Luft bis zur Gränze der Atmoſphäre. Würde alſo ein Theil Luft von der untern Luftſchichte in einem Gefäße eingeſchloſſen, ſo muß auch dieſer vermöge der expanſiven Kraft noch eben die Wirkung hervorbringen, als der Druck der über dieſem Theile liegenden Luft. Hieraus folgt alſo unläugbar, daß die Wirkung, welche ein auch noch ſo kleiner Theil der eingeſchloſſenen Luft vermöge ihrer Elaſticität verurſachet, eben ſo groß iſt, als der Druck einer Luftſäule, welche jener eingeſchloſſene Theil tragen müßte. Würde alſo die toricellianiſche Röhre in einem Gefäße eingeſchloſſen; ſo muß auch die in ſelbigen befindliche Luft vermöge ihrer Elaſticität das Queckſilber in eben der Höhe erhalten, als es ſonſt von dem Druck der Luft im Freyen erhalten wird. M. ſ. Hube vollſtänd. Unterricht in der Naturlehre, Brief XXXII.

§. 590.

Wenn alſo in einem Gefäße Luft eingeſchloſſen iſt, und es wird die äuſſere auf ſie wirkende Luft verdünnt oder ganz weggenommen, ſo muß nun die im Gefäße eingeſchloſſene Luft vermöge ihrer Elaſticität ſich wirkſam erweiſen, indem ſie ſich nach allen Seiten hin ausdehnet. Dadurch iſt man vermögend, Bewegungen hervorzubringen. Auch alsdann erfolgen Bewegungen, wenn die Luft auf eine Maſſe auf doppelte Art wirkt, einmal durch ihr Gewicht und dann durch ihre Elaſticität als eingeſchloſſene Luft, dieſe eingeſchloſſene Luft aber verdünnt wird; denn eben hierdurch fällt nun das Gleichgewicht weg, und die äuſſere Luft erhält einen größern Druck, als die Elaſticität der eingeſchloſſenen. Hierauf gründen ſich ſehr viele Phänomene in der Natur: 1) das Tobackrauchen, 2) das Saugen der Kinder, 3) das Trinken, 4) das Athemholen, 5) die Anfüllung eines

Blaſe-

Blaſebalges mit Luft, 6) die Einrichtung der Ventilatoren u. d. g. M. ſ. Deſcription du ventilateur de M. *Hales* trad. de l'Angl. p. *Demours*, à Paris 1744. 8.

§. 591.

Wenn der Raum, in welchem Luft eingeſchloſſen iſt, vergrößert wird, ſo breitet ſich die Luft vermöge ihrer Elaſticität in ſelbigem aus, mithin wird dadurch ihre Dichtigkeit geringer. Würde nemlich der vorige Raum noch einmal ſo groß, ſo würde die Dichtigkeit noch einmal ſo geringe, als ſie im erſten Raume war. Es verhalten ſich demnach die Dichtigkeiten von einerley Menge Luft bey einerley Wärmegrad umgekehrt, wie die Räume, in welchen ſie eingeſchloſſen iſt. Würde im Gegentheil der Raum, welcher eine Menge von Luft einſchließt, verkleinert, ſo muß auch die Elaſticität, folglich auch die Dichtigkeit der Luft größer werden. Schließt nemlich ein noch einmal ſo kleiner Raum eine gleiche Menge Luft ein, ſo muß die Elaſticität, folglich auch die Dichtigkeit derſelben noch einmal ſo groß ſeyn. Es verhalten ſich alſo die Räume, in welchen eine gleiche Menge von Luft bey einerley Wärme eingeſchränkt werden kann, umgekehrt wie die Dichtigkeiten; die Dichtigkeiten aber verhalten ſich wie die Elaſticitäten, und dieſe wie die zuſammendrückenden Kräfte, folglich verhalten ſich auch die Dichtigkeiten einerley Luftmaſſe in verſchiedenen ungleich großen Räumen eingeſchloſſen, wie die drückenden Kräfte (§. 589.). **Mariotte** hat hierüber verſchiedene Verſuche angeſtellet, und dies Geſetz beſtätiget gefunden, daher es auch das **Mariottiſche** Geſetz genennt wird. M. ſ. *Mariotte* diſcours de la nature de l'air 1676. und im traité de mouvements des eaux II. Part. II. diſc. Paris 1686. *Bouguer* figure de la terre, Paris

Paris 1749. die introduct. mit der Aufſchrift: relation abregée du voyage au Peru.

§. 592.

Wenn in einem Gefäße die Luft verdichtet wird, ſo wird auch ihre Elaſticität in eben dem Verhältniſſe größer, mithin verhält ſich der Druck der äuſſern Luft zum Druck der im Gefäße eingeſchloſſenen Luft, wie die Dichtigkeit der erſtern zur Dichtigkeit der andern. Würde alſo die in einem Gefäße zuſammengepreßte Luft auf eine Materie wirken, auf welche der Druck der äuſſern Luft nicht ſo groß iſt, ſo muß ſie auch, wenn ſie ausweichen kann, in Bewegung verſetzet werden. Auf die Stärke des Drucks der eingeſchloſſenen zuſammengepreßten Luft gründen ſich

1. Die Wirkung des Heronsballes (pila Heronis). Es iſt dieſer Heronsball gewöhnlich eine kupferne hohle Kugel, welche mit einer engen Röhre, aus welcher Waſſer in die Höhe ſpringen kann, ſo verbunden iſt, daß ſie tief in die Höhlung der Kugel geht. Wird nun dieſe Kugel zum Theil mit Waſſer erfüllt, und der übrige innere Raum mit Luft verdichtet, ſo ſpringt das Waſſer aus der engen Röhre in die Höhe.

2. Der Heronsbrunnen (fonticulus Heronis). Dieſer beſtehet aus zweyen Gefäßen a b c d und e h g f (Fig. 117.). Das Gefäß a b c d wird ohngefähr bis zur Hälfte voll Waſſer geſchüttet, wozu oben in der Fläche a d eine eigene Oeffnung gehöret, die hernach feſt verſchloſſen wird, damit keine Luft hineindringen könne. Darauf gießt man in die obere Schüſſel p a d q Waſſer, welches durch die Röhre k i in das untere Gefäß e h g f läuft, wodurch die eingeſchloſſene Luft zuſammengepreßt wird, und ein Theil davon durch die Röhre l m in das obere Gefäß a b c d treten, und zugleich die daſelbſt eingeſchloſſene Luft verdichten muß. Wird hiernächſt die Oeffnung bey o mit einem Hahne verſchloſſen, bis die innere Luft in dem Gefäß a b c d um ein Beträchtliches dichter als die äuſſere atmoſphäriſche iſt, ſo ſieht man leicht, daß bey Oeffnung des Hahns das Waſſer aus der Mündung o ausſpringen müſſe.

3. Die magiſche Tonne. M. ſ. Karſtens Anfangsgründe der Naturlehre. §. 288.

4. Die Windbüchſe. M. ſ. Karſtens Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Th. VI. Pnevmat. Abſchnitt VIII.

§. 593.

Eine feſt zugebundene Blaſe, in welcher wenig Luft befindlich iſt, ſchwillt auf, wenn ſie erwärmet wird; ja, ſie zerſpringt oft mit einem Knall, wenn man ſie genugſam erhitzt, ohne ſie zu verbrennen, und hinlängliche Luft enthält. Es folgt alſo daraus, daß eine gleiche Menge Luft bey gleicher Dichtigkeit in einerley Raume mehr Elaſticität beſitzen müſſe, wenn ſie erwärmet, und weniger Elaſticität, wenn ſie nicht erwärmet iſt. Daraus wird es aber auch begreiflich, daß eine dünnere Luft, wenn ſie erwärmet iſt, einer dichtern kältern Luft das Gleichgewicht halten könne. Weil nun eine dünnere Luft ſpecifiſch leichter als eine dichtere iſt, ſo ſieht man, daß eine erwärmte Luft durch die kältere dringen, und immer mehr und mehr in die Höhe ſteigen müſſe. Daraus erklärt es ſich

1. warum in einem geheitzten Zimmer die wärmere Luft beſtändig an der Decke ſich befinde; dies Phänomen aber gar keinen Beweis abgebe, daß die Wärmematerie negativ ſchwer ſey, wie einige Naturforſcher glauben.

2. Warum bey einer geöffneten Thür eines geheitzten und kalten Zimmers die wärmere Luft über der kältern wegſtreicht, und überhaupt beyde Ströme einander entgegengeſetzet ſind.

3. Wie das Aufſteigen der Aeroſtaten möglich ſey.

Auf die Eigenſchaft der Luft, durch Erwärmung elaſtiſcher zu werden, folglich ſich in einen größern Raum auszubreiten, beruht auch das Verfahren, Gefäße mit ſehr engen Oeffnungen mit tropfbaren Flüſſigkeiten ſehr leicht anzufüllen. Denn wenn das Gefäß erwärmet wird, ſo dehnt ſich die Luft darin aus, und ent-

weicht daher zum Theil durch die Oeffnung; bringt man nun die Oeffnung des Gefäßes unter die tropfbar flüſſige Materie, ſo druckt die äuſſere Luft ſelbige in das Gefäß hinein, ſobald ſich die im Gefäße befindliche Luft bey der Erkältung zuſammenziehet. Dadurch läßt ſich auch beſtimmen, wie ſtark ein gegebener Grad von Wärme die Luft ausdehne, wenn man den ganzen innern Raum des Gefäßes mit dem nach der Erkältung übrig gebliebenen vergleichet.

§. 594.

Aus den Verſuchen des Amontons und des le Roi läßt ſich ſchließen, daß die Elaſticität ein und der nemlichen Luftmaſſe, wenn die Dichtigkeit gleich bleibt, durch die Wärme in eben dem Verhältniſſe wächſt, als die Luft durch Wärme in einen größern Raum ſich ausdehne. Aus dieſem Satze mit dem im §. 591. verbundenen kann gefolgert werden, daß die Elaſticität von einerley Menge Luft ſich wie das Produkt der Wärme in die Dichtigkeit verhalte. Herr **Lempe** hat gezeigt, wie man dies Verhältniß aus jenen beyden Sätzen durch die Elementarmathematik herleiten könne. M. ſ. deſſen Beytrag zur Aerometrie, in **Grens** Journal der Phyſik. B. VII. S. 163. Mit den Erfahrungen des Amontons kommen die Verſuche anderer Naturforſcher nicht überein. Herr **de Lüc** beſtimmt die Ausdehnung der Luft vom Gefrierpunkte an bis zum Siedpunkte auf $\frac{372}{1000}$. Setzt man nun voraus, daß bey jedem Grad Wärme die Ausdehnung der Luft gleichförmig erfolgt, ſo würde nach dieſer Angabe bey jedem Grad Wärme der reaumüriſchen Skale die Luft um $\frac{372}{80000}$ d. i. beynahe um $\frac{1}{215}$ ihres Umfanges ausgedehnet werden. Nach den

Ver-

Verſuchen des Herrn le Roi dehnt ſich bey 15 Grad Reaum. ein jeder Grad zugenommener Wärme die Luft um $\frac{1}{170}$ ihres Umfanges aus. Des Herrn de Sauſſüre Verſuche berechtigen ihn anzunehmen, daß zwiſchen dem 6. Grad Reaum. bis zum 22. ein jeder Grad zugenommener Wärme die Luft um $\frac{1}{235}$ ihres Umfanges ausdehne. Die Erfahrungen der Herren Vandermonde, Bertholet und Monge beſtimmen die Ausdehnung der atmoſphäriſchen Luft durch einen jeden Grad Wärme nach Reaumur auf $\frac{1}{184,8}$ ihres Umfanges. Von allen dieſen Angaben weichen die Beſtimmungen des Herrn Prieſtley beträchtlich ab. Nach ſeinen Verſuchen dehnt ſich bey jedem Grade Reaum. die Luft um $\frac{1}{85}$ ihres Umfanges aus, und vom Gefrierpunkte bis zum Siedpunkte um 0,9375. Durch dieſe ſehr großen Abweichungen der Ausdehnung der Luft von der Wärme wurden die Herren Morveau und Duvernois veranlaßt, genauere Verſuche darüber anzuſtellen, wovon die Reſultate dahin gehen, daß die Ausdehnung der Luftmaſſe keinesweges gleichförmig erfolge, ſondern mit ſteigender Wärme größer werde. Beym Barometerſtande von 26 Zoll 9½ Linien betrug die Vermehrung des anfänglichen Umfanges trockener atmoſphäriſcher Luft

von	0°	—	20°	Reaum.	0,0789
—	0	—	40	—	0,2570
—	0	—	60	—	0,6574
—	0	—	80	—	0,9368

Es beträgt alſo die Ausdehnung der Luftmaſſe vom Gefrierpunkte bis zum Kochpunkte 0,9368, welches mit der Angabe des Prieſtley übereinſtimmend iſt.

 Nach

Nach dieſen Angaben macht nun die Vermehrung des Umfanges der Luftmaſſe aus

von	0°	—	20°	— —	0,0789	$= \frac{1}{12,67}$
	20°	—	40°	— —	0,1781	$= \frac{1}{5,161}$
	40°	—	60°	— —	0,4004	$= \frac{1}{2,49}$
	60°	—	80°	— —	0,2794	$= \frac{1}{3,57}$

M. ſ. *Amontons* in den Memoir. de Paris 1702. p. 216. 241-243. *Le Roi* in den Philoſ. transact. Vol. LXVII. S. 689. ff. de Lüc über die Atmoſphäre §. 607. *de Sauſſure* Hygrometrie §. 113. Vandermonde, Berthollet und Monge mem. ſur le fer in den Memoir. de l'Academ. royale des ſciences 1786. p. 36. ff. D. *Prieſtley* exper. and obſerv. Vol. V. ſect. 32. *Morveau* in den Annales de chymie T. I 1789. p. 256. ff. und in Grens Journal der Phyſik. B. I. S. 293. u. f.

§. 595.

Die Erfahrung lehret, daß die Dichtigkeit und Elaſticität der Luft an ein und eben demſelben Orte zu allen Zeiten nicht gleich iſt; mithin kann auch das Queckſilber in der Toricelliſchen Röhre an ein und eben demſelben Orte zu allen Zeiten nicht gleich hoch ſtehen. Die Beobachtungen zeigen auch, daß die Höhe des Queckſilbers bald etwas höher bald etwas niedriger als 28 Zoll beträgt. Es müſſen demnach natürlich in der Atmoſphäre Veränderungen vorgehen, welche auf den verſchiedenen Druck der Luft Einfluß haben. Es kann alſo die toricellianiſche Röhre dazu dienen, die Größe des Drucks der Luft aufs genaueſte zu beſtimmen. In dieſer Abſicht hat ſie auch den Namen eines Barometers oder Baroſkops erhalten.

§. 596.

Es würde eine ſehr große Unbequemlichkeit ſeyn, die toricellianiſche Röhre als Barometer ſo zu gebrauchen, wie ſie der Erfinder angegeben hat, theils wegen der Fortſchaffung von einem Orte zum andern, theils wegen der Beſchwerlichkeit, eine Skale anzubringen, theils aber auch wegen der unnöthigen großen Menge von Queckſilber. Aus dieſem Grunde hat man dem Barometer verſchiedene Einrichtungen gegeben, um es zu Beobachtungen bequem zu gebrauchen. Die erſte und einfachſte Veränderung, die an der toricellianiſchen Röhre gemacht wurde, war dieſe, daß man dieſelbe unten wieder aufwärts bog, ſo, daß ſie die Form eines Hebers hatte, und daher auch ein heberförmiges oder Heberbarometer genennet wird. Die Barometerhöhe wurde bey dieſem Barometer von der horizontalen Oberfläche des Queckſilbers in dem kurzen Schenkel an gerechnet. Wenn nun bey vermindertem Druck der Atmoſphäre das Queckſilber in dem längern Schenkel fällt, ſo muß es in dem kürzern in die Höhe ſteigen; da aber die Schwere des in dem kürzern Schenkel in die Höhe ſteigenden Queckſilbers entgegen wirket, ſo kann natürlich das Queckſilber in dem längern Schenkel nicht ſo tief herabſinken, als es vermöge des verminderten Druckes der Atmoſphäre herabſinken müßte. Dieſerwegen wurde dieſe Einrichtung des Barometers bald wieder verachtet. Hierauf ſchmelzte man an der kurzen aufrecht gekrümmten Röhre eine kleine oben offene gläſerne Kugel, um das bey vermindertem Druck der äuſſern Luft in der längern Röhre herabfallende Queckſilber wegen des Steigens in der kleinen Röhre nicht ſo ſehr zurückzuhalten, indem es ſich in dem weitern Raume der Kugel ausbreiten, und dadurch die Höhe in ſelbiger unmerklich vermehren könne. Allein ſo gering auch die Höhe an ſich iſt, ſo erfolget ſie doch allemal, wenn das Queckſilber in

 der

der langen Röhre fällt; wird aber auch vermindert, wenn es in der langen Röhre ſteiget. Daher bleibet auch dieſe Einrichtung, zumal bey ſolchen Fällen, wo es auf genaue Verſuche ankommt, und wo das Queckſilber in der langen Röhre um ein Beträchtliches ſteigt oder herabfällt, ſehr mangelhaft und gar nicht zu gebrauchen. Man nennt dergleichen Barometer, welche noch heut zu Tage die gewöhnlichſten Barometer ſind, Barometer mit Behältniſſen, Gefäßbarometer, Kapſelbarometer. Aus verſchiedenen vielfältig angeſtellten Verſuchen und aus eben angeführten Gründen hat Herr de Lüc dem heberförmigen Barometer vor allen andern Arten Vorzüge gegeben. Die angeführten Fehler, daß es beym Fallen des Queckſilbers in den größern Schenkel die Barometerhöhe zu groß, und beym Steigen zu klein angiebt, laſſen ſich leicht verbeſſern. Wenn nemlich diejenige Höhe, um welche das Queckſilber in dem kürzern Schenkel in die Höhe ſteigt, von der Höhe im größern Schenkel ſubtrahiret, und diejenige Tiefe, um welche das Queckſilber im kurzen Schenkel fällt, zu der Höhe des Queckſilbers im größern Schenkel addiret, ſo erhält man allemal die wahre Höhe des Fallens und Steigens. M. ſ. de Lüc über die Atmoſphäre §. 381. ff.

§. 597.

Wenn es bekannt iſt, wie ſchwer ein Cubikfuß oder Cubikzoll Queckſilber nach demjenigen Maaße ſey, welches bey der Eintheilung der Barometerhöhe gebraucht wird, ſo läßt ſich alsdenn mit jeder beobachteten Barometerhöhe finden, wie ſtark die Luft auf jede gegebene Fläche druckt. Ein Rheinländ. Cubikfuß Queckſilber wiegt 924 Pfund, alſo druckt eine Queckſilberſäule von 1 Zoll Höhe auf 1 Quadratfuß 77 Pfund, und eine Queckſilberſäule von einer

Linie

Linie Höhe auf eben der Grundfläche 6 Pfund 5 Unzen. Wäre alſo das bey der Barometerhöhe gebrauchte Maaß Rheinländ. ſo wird der Druck der Luft auf 1 Quadratfuß, wenn die Barometerhöhe auf 28 Zoll ſteht, = 77 Pfund × 28 = 2156 Pfund ſeyn. Steigt das Barometer auf 28 Zoll und 1 Linie, ſo wird der Druck der Luft auf 1 Quadratfuß 2156 Pfund + 6 Pfund 5 Unzen = 2162 Pfund 5 Unzen ſeyn.

§. 598.

Die Barometerhöhe auf einem Berge muß allemal kleiner als unten am Fuße des Berges ſeyn, und ſie muß immer kleiner werden, je höher man den Berg hinaufkommt. Stellt man während eines Jahres oder mehrerer Jahre verſchiedene Beobachtungen mit dem Barometer an ein und ebendemſelben Orte an, und nimmt zwiſchen den beobachteten Barometerhöhen das arithmetiſche Mittel, ſo erhält man dadurch die mittlere Barometerhöhe. Es folgt hieraus, daß die mittlere Barometerhöhe in bergichten Gegenden geringer ſeyn müſſe, als in ſolchen Gegenden, welche niedriger liegen.

Anmerk. Was die Urſache der Barometerveränderungen betrifft, ſo hat man ſehr viele Hypotheſen aufgeſtellet, ſelbige daraus zu erklären. Man findet ſie kurz und vollſtändig geſammlet in Gehlers phyſikal. Wörterbuche, Th. I. S. 275. u. f. und Th. V. S. 127. ff. Meiner Einſicht nach kommt alles auf folgendes an: die Grundkräfte ſind es allein, welche Bewegung und Ruhe hervorbringen; weil ſich nun aus dem Begriffe der Materie nur zwey Grundkräfte denken laſſen, nemlich die zurückſtoßende und die anziehende Kraft, ſo können es auch nur dieſe beyden Kräfte ſeyn, welche den Barometerſtand des

Queckſilbers bewirken. Jedoch können dieſe Kräfte durch mancherley Umſtände vermehret und verkleinert werden, wie z. B. die expanſive Kraft der Luft durch einwirkende Wärme, die Schwere der Luft durch Hinzukommen neuer Luft u. d. g. mehr. Dadurch muß aber nothwendig der Stand des Queckſilbers im Barometer verändert werden. Es ſcheint alſo ganz darauf anzukommen, dieſe Umſtände zu beſtimmen, unter welchen die Kräfte der Luft vermehrt oder vermindert werden können. Allein unſere Kenntniß in dieſem Stücke iſt noch ſehr unvollkommen.

§. 599.

Wenn ein Barometer die möglichſt größte Vollkommenheit beſitzen ſoll, ſo müſſen auf folgende Umſtände Rückſicht genommen werden: Die Röhre, welche zur Verfertigung eines Barometers angewendet werden ſoll, muß allenthalben gleichweit und vollkommen glatt nicht rauh ſeyn; bey dem heberförmigen Barometer muß der kürzere Schenkel mit dem längern vollkommen parallel ſeyn, und eine gleiche Weite mit dieſem beſitzen; der Durchmeſſer muß etwa 2 bis 3 Linien betragen. Ferner muß das Queckſilber, welches zur Füllung der Röhre gebrauchet wird, im allerreinſten Zuſtande ſeyn, damit es in verſchiedenen Barometern einerley ſpecifiſches Gewicht habe. Bey Verfertigung des Barometers ſelbſt muß man darauf ſehen, daß die toricellianiſche Leere vollkommen rein erhalten werde: denn enthielte ſie noch Luft, ſo würde auch natürlich die Queckſilberſäule kürzer ſeyn, als ſie eigentlich ſollte, und die einwirkende Wärme würde das Queckſilber noch mehr herabdrücken. Es iſt alſo ein weſentliches Stück eines guten Barometers, daß die Erhitzung der toricellianiſchen Leere das Queckſilber nicht herabſinkend mache.

mache. Um nun dieſe Leere vollkommen rein zu erhalten, muß das Queckſilber in der Röhre bey Verfertigung des Barometers ausgekocht werden. Wenn auf dieſe Weiſe das Barometer mit Queckſilber angefüllt worden, ſo wird es an ein Bret befeſtiget, worauf nach einem Fußmaaße die Zolle und Linien unter dem Namen der Barometerſkale genau aufgetragen ſind. Bey dem heberförmigen Barometer wird gemeiniglich in der Mitte der langen Röhre ein horizontaler Strich gezogen, hierauf werden oberhalb und unterhalb dieſes Strichs die Zolle und Linien aufgetragen. Beym jedesmaligen Stand des Barometers findet man alsdenn die Barometerhöhe, welche durch den Druck der äuſſern Luft bewirket wird, wenn man die Zolle und Linien oberhalb der Mittellinie zu den Zollen und Linien unterhalb derſelben bis zum horizontalen Stand des Queckſilbers in dem kürzern Schenkel addiret. Will man dieſe Barometerhöhe genau haben, ſo wird an der Skale ein Vernier oder Nonius angebracht. M. ſ. meine Anfangsgründe der Feldmeßkunſt. Jena 1795. 8. Kap. 3. S. 51. §. 46. Uebrigens iſt es kaum zu erinnern nöthig, daß dieſes Barometer, um Beobachtungen damit anzuſtellen, ganz vertikal aufgehänget werden müſſe, damit die Oberfläche des Queckſilbers in der Röhre völlig horizontal ſey, und das Auge, welches in dieſer Horizontalfläche ſeine Lage haben muß, die Barometerhöhe genau beſtimmen könne.

§. 600.

Weil die Wärme das Queckſilber ausdehnet, ſo wird man leicht einſehen, daß die Barometerhöhe bey größerer Wärme größer, bey geringerer Wärme aber kleiner ſeyn müſſe, wenn auch der Druck der Luft einerley wäre. Durch viele und genaue Ver-

ſuche fand Herr de Lüc, daß eine 27 Zoll lange Queckſilberſäule bey der Temperatur des thauenden Eiſes um 6 Linien länger werde, wenn ſie bis zur Hitze des ſiedenden Waſſers erwärmet wird. Eine Säule alſo, welche bey der Temperatur des thauenden Eiſes nur halb ſo lang wäre, würde nur um 3 Linien länger, wenn ſie bis zur Hitze des ſiedenden Waſſers erwärmet würde. Ueberhaupt läßt ſich ohne merklichen Fehler annehmen, daß das Verhältniß der veränderten Länge zweyer Queckſilberſäulen bey gleicher veränderter Wärme dem Verhältniß ihrer Länge gleich ſey. Geſetzt, der Druck der Luft wäre ſo groß, daß das Barometer bey ° Grad Wärme auf 27 Zoll ſtände, ſo würde bey eben dem Drucke der Luft und 12 Grad Wärme nach Reaum. die Barometerhöhe 27 Zoll + $\frac{12}{80}$. 6 Linien betragen und überhaupt bey n Graden 27 Zoll + $\frac{n}{80}$. 6 Linien. Wäre nun die Barometerhöhe bey einer Wärme von 12 Graden über dem Gefrierpunkte 28 Zoll, ſo ſuche man zuerſt, wie hoch es bey 12 Grad Wärme ſtehen müßte, wenn es bey ° Grad Wärme auf 27 Zoll hoch ſtehet; dieſe Höhe wird 27 Zoll + $\frac{12}{80}$. 6 Lin. betragen, und man kann alsdenn nach der Regel Detri anſetzen 27 Zoll + $\frac{12}{80}$. 6 Lin. : 28 Zoll = $\frac{12}{80}$. 6 Lin. : geſuchten Zahl, welche von der Barometerhöhe 28 Zoll ſubtrahiret werden muß; dieſe Verminderung beträgt alſo

$$\frac{28}{27\text{ Zoll} + \frac{12}{80}\,.\,6\text{ Linien.}}\,.\,\frac{12}{80}\,.\,6\text{ Linien.}$$

Es bedeute alſo überhaupt die Barometerhöhe = a Zoll, und die Zahl der Grade der Wärme nach Reaum. = n, ſo hat man für die geſuchte Größe den allgemeinen Ausdruck

$$\frac{a}{27\ \text{Zoll} + \frac{n}{80} \cdot 6\ \text{Linien}} \cdot \frac{n}{80} \cdot 6\ \text{Linien.}$$

Dieſe Correktion muß man von der Barometerhöhe ſubtrahiren, wenn das Thermometer n Grad über °, im Gegentheil aber addiren, wenn es n Grade unter ° zeigt. Herr de Lüc theilet den Fundamentalabſtand in 96 Grade ein (§. 413.). Will man alſo dieſe gefundene Verbeſſerung des Barometers auf das de Lüc'ſche Thermometer anwenden, ſo müßte man ſtatt 80 die Zahl 96 ſetzen, und es wäre alsdenn die Verbeſſerung =

$$\frac{a}{27\ \text{Zoll} + \frac{n}{18} \cdot 6\ \text{Linien}} \cdot \frac{n}{16} \cdot 6\ \text{Lin.}$$

M. ſ. de Lüc Unterſuchung über die Atmoſphäre. §. 352—365.

Anmerk. Roy (philoſ. transact. Vol. LXVII. nro. 34.) hat durch genaue Verſuche gefunden, daß eine 27 Zoll lange Queckſilberſäule von dem Froſtpunkte bis zum Siedpunkte um 0,5117 engliſche Zoll oder um 5,7617 Lin. Par. M. ausdehne. Roſenthal (Beyträge zur Verfertigung, Kenntniß und Gebrauch meteorolog. Werkzeuge. Gotha 1782. B. I. 1784. B. II. 8.) giebt die Ausdehnung der Queckſilberſäule auf 5,56, und Luz (Beſchreib. vom Barom. §. 77.) 5,64 Pariſ. Linien an. Soll übrigens die Correktion der Barometerhöhe wegen Einfluſſes der Wärme die gehörige Genauigkeit beſitzen, ſo muß das dabey zu beobachtende Thermometer ſelbſt am Brete des Barometers beſeſtiget ſeyn, damit es ſich mit dem Barometer unter einerley Umſtänden befinde. Jedoch haben de la Grange (miſcellan. Taurienſia. 1759. T. I. S. 15. ff.), Roſenthal (Anleitung, das de Lüc'ſche Barometer zu einem höhern Grad der

Voll-

Vollkommenheit zu bringen. Gotha 1779. 8.) und Lamonon (Journal de phyſique. Janv. 1782.), Vorſchläge gethan, die Berichtigung der Barometerhöhe wegen des Einfluſſes der Wärme auch ohne Thermometer zu machen; hierzu iſt aber ein heberförmiges Barometer nöthig, deſſen Schenkel genau gleichweit ſind. Barometer zu Beobachtungen auf Reiſen oder ſogenannte Reiſebarometer hat Leupold (theatr. aeroſtat. Tab. IV. Fig. 3. 4. 5. Tab VIII. Fig. 2.) angegeben, und de Lüc in angeführt. Schrift ein bequemeres vorgeſchlagen.

§. 601.

Bald nach Erfindung des Barometers verfiel man auf den Gedanken, die Veränderungen des Steigens und Fallens bey einem jeden veränderten Druck der Luft ſo merklich als möglich zu machen. Daher ſind verſchiedene Abänderungen nach dieſer Zeit an dem Barometer gemacht worden, bey welchen man dieſe Vortheile zu erhalten gedachte. Allein der Erfolg hat erwieſen, daß das Reiben des Queckſilbers am Glaſe, der Einfluß der Wärme und Kälte, welche nicht genau in Rechnung gebracht werden kann, und andere Umſtände mehr, alle dieſe ſcheinbaren Vortheile vernichten. Es gehöret dahin

1. Huygens Doppelbarometer. M. ſ. Journal des Sav. 1672. p. 139. *Muſchenbroek* introduct. ad philoſ. nat. §. 2081.
2. Hooks Radbarometer. M. ſ. *Hook* micrographia. Lond. 1665 Fol. Tab. XXXVII. Fig. 4. *Muſchenbroek* introd. §. 2089.
3. Hooks oder de la Hire's oder Amontons Doppelbarometer. M. ſ. *Hook* in den philoſ. transact. n. 185. Vol. XVI. *de la Hire* in den Memoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. 1708. S. 157. ff.

4.

4. Morlands ſchiefliegendes Barometer. M. ſ. *Muſchenbroek* introd. ad phil. nat. §. 2078.

5. Bernoulli's rechtwinklichtes Barometer. M. ſ. *Muſchenbroek* introd. §. 2083.

6. Amontons koniſches Barometer. M. ſ. *Amontons* remarques et experiences phyſiq. ſur les barom. etc. Paris 1695. 12.

§. 602.

Wenn in der Kugel eines Thermometers Luft eingeſchloſſen iſt, welche eine andere flüſſige Materie in der mit der Kugel verbundenen Röhre zu ſteigen zwingt, wenn die Elaſticität derſelben durch Wärme verſtärket wird, bey der durch Abkühlung verminderten Elaſticität der Luft aber die flüſſige Materie wieder ſinken läßt, ſo heißt es ein **Luftthermometer**.

§. 603.

Man nehme eine lange gläſerne Röhre, welche unten umgebogen iſt, und in eine hinlänglich große Kugel ausläuft; man fülle dieſe Röhre mit Queckſilber, ſo daß es etwa in der Kugel bis zur Hälfte der Höhe und in der engen Röhre etwa um $1\frac{1}{2}$ Schuh höher als in der Kugel ſteht, ſo iſt nun natürlich die Luft in der Kugel über dem Queckſilber mehr zuſammengepreßt als die atmoſphäriſche. Wird nun die Luft in der Kugel mehr erwärmt, ſo treibt ſie das Queckſilber in der engen Röhre höher hinauf; wird ſie aber kälter, ſo ſinkt auch das Queckſilber noch tiefer herab. Weil nun bey einerley Menge von Luft in einerley Raume das Verhältniß der Elaſticität derſelben mit dem Verhältniſſe ihrer Wärme einerley iſt, ſo daß eine doppelt ſo warme Luft doppelt ſo viele Elaſticität als eine halb ſo warme Luft, wenn beyde einerley Dichtigkeit haben, ſo folgt, daß die Elaſticität der in der Kugel eingeſchloſſe-

ſchloſſenen Luft einer Queckſilberſäule das Gleichgewicht halte, deren Höhe der jedesmaligen Barometerhöhe mit der Höhe des in der engen Röhre befindlichen Queckſilbers von der Fläche des Queckſilbers in der Kugel angerechnet zuſammengenommen gleich iſt; mithin iſt auch die Summe dieſer beyden Höhen der Wärme der eingeſchloſſenen Luft proportional. Damit die Dichtigkeit der in der Kugel eingeſchloſſenen Luft nicht merklich geändert werde, muß der Raum der Kugel mit dem innern Raume der Röhre beträchtlich groß ſeyn. Die Eintheilung dieſes Luftthermometers kann von dem Niveau des in der Kugel befindlichen Queckſilbers an aufwärts in Zolle und Linien geſchehen, wie es Herr Amontons gemacht hat. Bey jedesmaligem Anblicke wird man ſodann die Höhe der Queckſilberſäule beobachten können, zu welcher die zu eben der Zeit gefundene Barometerhöhe addiret werden muß, um die Höhe einer Queckſilberſäule zu erhalten, welche mit der Elaſticität der in der Kugel eingeſchloſſenen Luft das Gleichgewicht hält. Nimmt man bey der Eintheilung der Skale eines ſolchen Luftthermometers die Höhe einer Queckſilberſäule bey einer bekannten Temperatur etwa des thauenden Eiſes für die Einheit an, ſo kann man die übrigen Höhen bey andern Temperaturen bequem durch Brüche ausdrucken.

Nach Herrn Amontons Verſuchen ſtand bey der Temperatur des thauenden Eiſes das Queckſilber auf 51 Zoll und 6 Linien, bey der Temperatur des ſiedenden Waſſers aber auf 73 Zoll: demnach verhält ſich die Wärme des thauenden Eiſes zu der Wärme des ſiedenden Waſſers $= 51\frac{1}{2} : 73$ oder $= 103 : 146$, und es wäre die Wärme des ſiedenden Waſſers 1,417mal größer als die Wärme des thauenden Eiſes. Theilte man demnach die Höhe der Queckſilberſäule bey der Temperatur des thauenden Eiſes

in

in 1000 Theile, ſo müßten vom Froſtpunkte bis zum Siedpunkte hinauf 417 ſolcher Theile kommen. Allein ſtatt der Zahl 1,417 nimmt Herr **Lambert** aus mehreren Verſuchen die mittlere Zahl 1,370. an. Demnach verhielt ſich die Wärme des thauenden Eiſes zur Wärme des ſiedenden Waſſers = 1 : 1,370 oder = 1000 : 1370. Würde alſo die Höhe der Queckſilberſäule, welche mit der Temperatur des thauenden Eiſes das Gleichgewicht hält, in 1000 Theile getheilet, ſo müſſen noch zwiſchen dem Froſtpunkte und Siedpunkte 370 ſolcher Theile als Grade des Luftthermometers kommen. M. ſ. *Amontons* in den Memoir. de l'Acad. royal. des ſcienc. 1702. S. 160. ff. **Lamberts** Pyrometrie. Th. II. Hauptſt. 3.

§. 604.

Von dieſem Amontonſchen Luftthermometer iſt das Bernoulliſche verſchieden. Bernoulli nahm hierzu ein gemeines Barometer, indem er die Oeffnung der Kugel zuſchmelzte. Die in der Kugel eingeſchloſſene Luft wird bey größerer Wärme eine gröſſere, bey geringerer aber eine niedrigere Queckſilberſäule tragen, und wenn die Kugel in Vergleichung mit der Röhre ſehr groß iſt, ſo bleibt in beyden Fällen der Raum, welchen die Luft erfüllt, folglich auch ihre Dichtigkeit beynahe einerley. Demnach verhält ſich die Höhe dieſer Queckſilberſäulen beynahe wie die dazu gehörige Wärme. Nun ſuche man die Höhe des Queckſilbers bey der Temperatur des thauenden Eiſes, und theile ſie in 100 oder 1000 Theile ein. Weil dieſe Höhe ohngefähr 28 Zolle betragen wird, ſo muß die ganze Höhe der Röhre, wenn jene in 1000 Theile getheilet worden, wenigſtens 1,37 × 28 beynahe 39 Zoll ſeyn. M. ſ. *Dan. Bernoulli* hydrodyn. ſec. X. §. 9.

§. 605.

§. 605.

Die bisher angegebenen Eigenſchaften der Luft ſind nach Erfindung der Luftpumpe erſt recht ins Licht geſetzet worden. Man würde ſich aber ſehr irren, durch Hülfe der Luftpumpe einen ſolchen leeren Raum zu erhalten, als die toricellianiſche Leere iſt, die Luft wird nur bey jedem folgenden Stempelzuge dünner, und kann daher aus einem Gefäße oder unter der Glocke nie völlig weggebracht werden. Geſetzt, es wäre der innere Raum der Glocke oder des Gefäßes dem innern Raume der Luftpumpe gleich, ſo wird bey jedem gleichförmigen Stempelzuge die Hälfte der Luft unter der Glocke weggenommen, welche vor dem Zuge darin war; überhaupt nimmt die Dichtigkeit der unter der Glocke befindlichen Luft beym gleichförmigen Pumpen in geometriſcher Progreſſion ab. Hieraus iſt es alſo begreiflich, daß die Luft unter der Glocke deſto geſchwinder verdünnet werden müſſe, je kleiner der innere Raum derſelben in Vergleichung mit dem innern Raume der Luftpumpe iſt. Um die Verdünnung der Luft unter der Glocke anzuzeigen, dienet allein Smeatons Birnprobe. Man ſchließt auch wohl aus dem Fallen des Queckſilbers in einem Barometer, welches unter der Glocke ſich befindet, und daher nur kurz zu ſeyn braucht, oder aus dem Steigen deſſelben in einer Röhre, deren obere Oeffnung mit dem innern Raum der Glocke in Verbindung iſt, die untere aber im Queckſilber ſteht, auf die Verdünnung der Luft unter der Glocke. Allein Herr Lichtenberg hat gezeigt, daß dieſe keine Dichtigkeitszeiger, ſondern bloße Elaſticitätszeiger ſind. M. ſ. Erxlebens Anfangsgründe der Naturlehre. §. 220. Zuſatz.

§. 606.

Die vorzüglichſten Verſuche, welche mittelſt einer guten Luftpumpe die Wirkungen der atmoſphäriſchen Luft deutlich zu erkennen geben, ſind folgende:

1.

1. Eine zugebundene und wenig Luft enthaltende Lammesblaſe ſchwillet unter der Glocke der Luftpumpe ſtark auf, wenn die Luft aus ſelbiger ausgepumpt wird.

2. Das Queckſilber im Barometer fällt beym Auspumpen der Luft herab, und ſteigt wieder in die Höhe, wenn atmoſphäriſche Luft zugelaſſen wird.

3. Wenn die obere Oeffnung einer Glasröhre mit dem innern Raume unter der Glocke verbunden iſt, das andere Ende der Röhre aber im Queckſilber ſteht, ſo ſteigt das Queckſilber in die Höhe, ſobald die Luft verdünnt wird, ſinkt aber durch Zulaſſen der atmoſphäriſchen Luft wieder herab.

4. Ein Heber unter der Glocke hört zu laufen auf, wenn die Luft hinlänglich verdünnt worden, fängt aber wieder zu laufen an, wenn atmoſphäriſche Luft hineingelaſſen wird.

5. Durch Verdichtung der atmoſphäriſchen Luft im Heronsball fängt das Waſſer zu ſpringen an.

6. Aus einem Gefäße mit enger Oeffnung, welche im Waſſer ſteht, dringt die Luft beym Auspumpen heraus, und nach Zulaſſung der Luft wird Waſſer in ſelbiges getrieben.

7. Täucherlein, welche im Waſſer an freyer Luft unterſinken, ſchwimmen unter der Glocke in verdünnter Luft.

8. Das Waſſer unter der Glocke einer ſtark verdünnten Luft ſiedet bey mäßiger Erhitzung.

9. Kaltes Waſſer, das ſich unter der Glocke einer ſtark verdünnten Luft befindet, verwandelt ſich in Dampfgeſtalt, welcher bey Zulaſſung freyer Luft niedergeſchlagen wird.

10. Eine Blaſe, welche über einen metalliſchen Cylinder luftdicht geſpannt iſt, wird bey verdünnter Luft von der atmoſphäriſchen Luft ſtark in Form eines Kugelſegmentes eingedruckt, und zerſpringt zuletzt mit einem ſtarken Knalle.

11. Auf dieſe Weiſe kann auch durch den äuſſern Druck der atmoſphäriſchen Luft durch ein ſtarkes Holz, Queckſilber, Waſſer u. d. g. getrieben werden.

12. Eine Glasplatte wird von dem Druck der Luft ſo-gleich zerſprengt.

13. Ein Paar hohle metallene Halbkugeln, deren Grund-flächen genau aneinander anſchließen, hängen durch den Druck der äuſſern Atmoſphäre ungemein ſtark zuſammen. Von dem Erfinder nennt man dieſe Kugeln Guericki-ſche oder Magdeburgiſche Halbkugeln.

14. Milch, Bier, Seifenwaſſer, Sauerteig, geben unter der Glocke bey verdünnter Luft eine Menge von Luft-blaſen von ſich.

15. Ein Stück Holz, welches durch angehängtes Bley im Waſſer zum Sinken gebracht iſt, oder auch ein Ey im Waſſer giebt beym Verdünnen der Luft unter der Glocke eine Menge von Luftblaſen von ſich, und kommt endlich zum Schwimmen.

16. Holz, welches von Luft ganz leer gemacht iſt, ſinkt im Waſſer unter.

17. In einer deſto mehr verdünnten Luft hört der Schall von einem tönenden Körper immer mehr auf, und ver-ſchwindet bey ganz verdünnter Luft.

18. Eine Flamme in verdünnte Luft gebracht, löſcht ſo-gleich aus, und es läßt ſich ſelbſt das Schießpulver unter dieſer Luft nicht anzünden; auch ein Feuerzeug giebt daſelbſt keine Funken.

19. Warmblütige Thiere ſterben ſogleich unter der Glocke einer verdünnten Luft.

§. 607.

Weil die Luft ein flüſſiger Körper iſt, mithin nach allen Seiten hin einer jeden auf ſie wirkenden Kraft widerſtehet, ſo muß auch ein jeder ſchwerer Kör-per, welcher in ſelbiger herabſinkt, von ſeinem abſolu-ten Gewichte ſo viel verlieren, als das Gewicht einer Luftmaſſe beträgt, welche mit dem Körper einerley Raum einnimmt (§. 243.). Es folgt hieraus, daß ein und der nemliche Körper in einen engern Raum gebracht in der Luft ſchwerer ſeyn müſſe. Weil ferner die Luft zu verſchiedenen Zeiten nicht einerley Dichtig-keit

keit beſitzet, ſo muß auch ſchon ein und der nemliche Körper zu dieſen Zeiten mehr oder weniger von ſeinem abſoluten Gewichte verlieren. Hierauf gründet ſich ein Inſtrument, welches Otto von Guericke erfunden hat, und das Guerickiſche Manometer genennet wird. Es beſteht dieſes aus einer dünnen hohlen Kugel, deren Durchmeſſer wenigſtens 1 Fuß ſeyn muß, und deren innere eingeſchloſſene Luft mit der äuſſern gar keine Gemeinſchaft hat; dieſe Kugel wird an dem einen Arm eines Waagebalkens gehänget, und mittelſt eines am andern Arm gehängten Gegengewichtes vom maſſiven Bley ins Gleichgewicht gebracht. Wenn nun die Luft dünner wird, als ſie vorher war, ſo trägt ſie einen kleinern Theil vom Gewichte als vorher, und die Kugel wird den Ausſchlag geben; wird aber die Luft dichter, ſo trägt ſie einen größern Theil vom Gewichte als vorher, und das Gegengewicht giebt den Ausſchlag. An der Scheere, worin die Zunge beweglich iſt, wird ein Bogen angebracht, deſſen Halbmeſſer der Zunge gleich iſt. In der Ausübung iſt es nun ſicherer, oben auf die Kugel nach und nach 1, 2, 3, 4 u. ſ. Grane zu legen, und bey jedem aufgelegten Gewichte den Punkt an dem Bogen zu bezeichnen, wo die Zunge ſtehet. Dieſe Eintheilungen laſſen ſich alsdenn ſehr leicht auch auf die andere Seite des Bogens tragen. Es zeigt alſo die Zunge bey dieſem Manometer an, um wieviel Grane die Menge von Luft, welche den Raum der Kugel ausfüllt, zu- oder abgenommen hat. Hieraus läßt ſich alsdenn ſchließen, wievielmal die Luft dichter oder dünner geworden iſt. Herr Halley (acta erudit. ſuppl. T. II. ſect. 9. p. 435.) hat wahrgenommen, daß bey der größten Sommerhitze die Luft in England um $\frac{1}{12}$ dünner, und bey der größten Winterkälte um $\frac{1}{10}$ dichter ſey, als bey mittelmäßiger Temperatur. Dieſem Guerickiſchen Manometer hat Herr de Fouchy eine ſehr

vollkommne Einrichtung gegeben unter dem Namen des Daſymeter. M. ſ. deſcription d'un Daſymetre p. Mſ. *de Fouchy* in den Memoir. de Paris 1780. p 73. und Lichtenbergs Magazin für das Neueſte der Phyſik. B. III. 4s Stück S. 93. Zum Gebrauch bey Höhenmeſſungen vermittelſt des Barometers hat Herr Gerſtner dem Manometer unter dem Namen einer Luftwaage eine vorzügliche Verbeſſerung gegeben. M. ſ. Beobachtungen auf Reiſen nach dem Rieſengebürge von Jraſek, Haenke, Gruber und Gerſtner. Dresden 1791. 4. S. 288. ff. S. 298. ff.

§. 608.

Da bey einem jeden Drucke der atmoſphäriſchen Luft beſtändig wäſſerichte Dünſte aufſteigen, welche ſich vielleicht nach Herrn de Lüc's Meynung etwa durch den Beytritt der Lichtmaterie in wirkliche Luft verwandeln, die durch andere, uns bis jetzt noch unbekannte Naturoperationen wieder zerſetzt, und in Waſſer umgeſchaffen wird, und welche vielleicht zu den Barometerveränderungen etwas beyträgt, ſo iſt es begreiflich, daß die Luft Abwechſelungen von Feuchtigkeiten und Trockniß unterworfen iſt. Man hat ein Werkzeug zu erfinden geſucht, wodurch man die in der Luft befindliche Feuchtigkeit bemerken und meſſen könne; man nennt es Hygrometer oder Hygroſkop. Der Körper, welcher durch ſeine Veränderungen in der Luft die darin befindliche Feuchtigkeit angiebt, heißt der hygroſkopiſche Körper. Nach den mancherley Verſuchen der Hrn. de Sauſſüre und de Lüc iſt es unläugbare Wahrheit geworden, daß Waſſer weder in Dampfgeſtalt noch in feſter Geſtalt als Eis feuchtmachend iſt. de Lüc fand, daß ſehr empfindliche hygroſkopiſche Körper im Waſſerdampfe, welcher durch hinlängliche Wärme beſtän-

beſtändig in elaſtiſcher Flüſſigkeit erhalten wurde, ſogar auf Trockniß zeigten; nur alsdenn wurden dieſe Körper von der Feuchtigkeit afficiret, wenn ein Theil von dem Waſſerdampfe entweder durch Abkühlung oder durch Druck zerſetzet wurde. Daher ſind diejenigen ganz in einer irrigen Meynung, welche glauben, ein Hygrometer zeige jederzeit in der Atmoſphäre das Daſeyn oder das Nichtdaſeyn aller wäſſerichten Feuchtigkeit an. Sonſt ſind zu den hygroſkopiſchen Körpern ſehr viele Subſtanzen gebraucht worden, welche aber alle nach Sauſſüre und de Lüc unbrauchbar befunden worden. Sauſſüre gebraucht zu ſeinem Hygrometer ein Menſchenhaar, welches durch Kochen in einer Lauge von ſeiner Fettigkeit befreyet worden iſt. Dieſes Haar wird an einem feſten Punkte aufgehängt, und am andern Ende mit einer feinen Welle verbunden, welche einen Zeiger auf einer Scheibe drehet. Den Punkt der größten Feuchtigkeit beſtimmte Sauſſüre unter einer gläſernen Glocke, welche mit Waſſer beſprengt und auswendig damit geſperrt war; den Punkt der größten Trockenheit aber unter einer Glocke, welche auf einem erhitzten Bleche ſtand. Den Abſtand dieſer beyden Punkte auf der Scheibe, welche der Zeiger wies, theilte er in 100 Theile ein. Statt eines einzigen Haares hat Riche in Paris acht mit einander verbunden, welche ſich nach oben zu in einem Punkte vereinigen. de Lüc hat überhaupt gegen alle Fäden, mithin auch gegen die Anwendung eines Menſchenhaares wichtige Zweifel gemacht, welche ſich auf neue zuverläſſige Verſuche gründen, woraus ſich ergiebt, daß dieſe hygroſkopiſche Subſtanzen in ihrem Gange keine Regelmäßigkeit bewieſen, indem ſie den höchſten Grad der Feuchtigkeit viel zu früh erreichten, und bey wirklich großer Feuchtigkeit ſchon wieder rückgängig würden. Zu dem Ende ſchlägt er

zum hygroſkopiſchen Körper Fiſchbein vor, welches in einen ſehr dünnen Streifen nach der Queere der Fibern geſchnitten iſt. Dieſer wird am obern Ende durch einen breit geſchlagenen und gekrümmten Drath gefaßt, und beſitzet ebenfalls eine feine Welle, welche auf einer Scheibe einen Weiſer drehet. Als Gegengewicht an der Welle iſt ein feiner ſpiralförmiger Golddraht angebracht, welcher an dem einen Ende befeſtiget, an dem andern aber mit der Welle verbunden iſt. Die zwey feſten Punkte beſtimmt er auf folgende Art: die größte Feuchtigkeit durchs Eintauchen des ganzen Werkzeuges in das Waſſer, und die größte Trockenheit in einem genau verſchloſſenen und mit friſch ausgeglühetem ungelöſchtem Kalk zum Theil angefüllten zinnernen Gefäße. Den Abſtand dieſer beyden Punkte, welche der Zeiger auf der Scheibe weiſet, theilet er in 100 gleiche Theile ein. M. ſ. Verſuch über die Hygrometrie durch Horaz Bened. de Sauſſüre, a. d. Franzöſ. von J. D. T. Leipzig 1784. 8. de Lüc neue Ideen über die Meteorologie Th. I. Kap. 1-3. Lettre de Mſr. *Sage* à M. *de la Metherie* etc. im Journ. de phyſique 1789. p. 58. überſ. in Grens Journal der Phyſik. B. I. S. 150. u. ſ.

§. 609.

Es giebt ſo viele merkwürdige und auffallende Erſcheinungen in der Natur, welche man ſonſt aus den bisher vorgetragenen Eigenſchaften der gemeinen Luft zu erklären ſuchte; allein man fühlte zuletzt wohl, daß vieles ganz unbefriedigend gelaſſen werden mußte, und Anlaß zu Hypotheſen gab. Bringt man z. B. ein brennendes Licht, oder eine brennende Kohle und dergl. unter eine Glocke von Glas, oder ſonſt unter ein anderes Gefäß, deſſen Raum nicht zu groß iſt, welcher mit Waſſer geſperrt worden, ſo verlöſcht ſelbiges in dieſem

dieſem eingeſchloſſenen Raume gar bald, und man bemerkt, daß die Luft viel dünner worden iſt, als die äuſſere atmoſphäriſche. Wird ferner ein warmblütiges Thier in einen engen Orte eingeſperrt, ſo daß keine äuſſere Luft hinkommen kann, ſo wird es gar bald krank und ſtirbt zuletzt. Da man nun, um dieſe Phänomene richtig zu erklären, mit der gemeinen Luft nicht auskommen konnte, ſo mußte man natürlich zuletzt darauf verfallen, daß die atmoſphäriſche Luft Beſtandtheile enthielte, welche das Einathmen der Thiere und das Verbrennen der Körper befördern. In den neuern Zeiten hat man vorzügliche Mittel gefunden, dieſe Beſtandtheile beſonders aufzufangen, wodurch man erſt die atmoſphäriſche Luft recht kennen gelernet hat. Ueberhaupt ſcheinen alle Körper dazu aufgelegt zu ſeyn, durch den Beytritt von Wärmeſtoff und Lichtmaterie in eine permanent elaſtiſche Flüſſigkeit überzugehen. Man begreift daher alle dieſe elaſtiſche Flüſſigkeiten, welche ſich vom Dampfe oder Dunſte wegen der beſtändig beybehaltenden Elaſticität hinlänglich unterſcheiden, unter dem Namen der Luftarten oder Gasarten. Durch Erfindung derſelben iſt das Gebiet der Naturlehre ungemein erweitert worden, und ob ſie gleich eigentlich Produkte der Chemie ſind, ſo bleibt es mir doch höchſt wahrſcheinlich, daß die Natur ſelbſt chemiſche Operationen zur Bildung der Luft anwendet. Um alſo die hieher gehörigen Phänomene richtig erklären zu können, iſt vor allen Dingen nöthig, die Eigenſchaften der merkwürdigſten Luftarten kennen zu lernen.

§. 610.

Die verſchiedenen elaſtiſchen Flüſſigkeiten kann man auf mancherley Weiſe erhalten. Bey der Auflöſung verſchiedener Körper entwickelt ſich künſtliche Luft, woher eben das ſogenannte Aufbrauſen entſtehet.

Auch bey der Gährung, ſowohl geiſtigen, Eſſiggährung als auch faulen Gährung und bey der Zerſtörung der Körper durchs Verbrennen entwickeln ſich Luftarten u. ſ. w. Es iſt aber weder wahrſcheinlich noch erweislich, daß alle dieſe Luftarten, ehe ſie ſich noch unter dieſen Umſtänden befinden, in den Körpern gleichſam im zuſammengepreßten Zuſtande dageweſen wären, vielmehr werden ſie während der Operationen in einen luftförmigen Zuſtand erſt gebildet. Auf eine ähnliche Art, wie der Dampf entſteht, entwickeln ſich dieſe Luftarten, und es ſcheint blos die Lichtmaterie ein Zwiſchenmittel zu ſeyn, den Dampf in eine permanent elaſtiſche Flüſſigkeit umzuſchaffen. Die nothwendigen Bedingungen zur Erzeugung der Luftarten ſind alſo Wärmeſtoff und als Verbindungsmittel Lichtmaterie. Es beſtehen demnach die Luftarten aus einer eigenen Grundlage und Wärmeſtoff, welche chemiſch mit einander verbunden ſind.

§. 611.

Um dieſe Luftarten beſonders aufzufangen, ſind eigene Werkzeuge dazu nöthig, welche man unter dem Namen des pnevmatiſch-phyſiſchen Apparats begreift. Das Weſentliche von dieſem Apparate gründet ſich auf den Satz, daß eine jede Luftart beſtändig ſpecifiſch leichter als eine jede tropfbar flüſſige Materie iſt, und daher beſtändig in ſelbiger in die Höhe ſteigt, und die oberſte Stelle einnimmt. Das erſte Stück iſt eine Wanne, entweder von Holz oder von Kupferblech, das inwendig verzinnt iſt; in dem inwendigen Raume ohngefähr 4 Zoll hinein iſt an der Wand dieſer Wanne ein waagerechtes Geſimſe angebracht, in welchem ſich 3 bis 4 Zoll von einander Löcher befinden, in welche kurze Trichter von unten ſo geſteckt werden, daß die größere Oeffnung gegen den Boden der Wanne gerichtet iſt. Dieſe auf ſolche

Weiſe

Weiſe zubereitete Wanne, wird ſodann mit reinem Waſſer ſo weit angefüllt, daß es 1 bis 2 Zolle über das Geſimſe geht. Hiernächſt nimmt man gläſerne Gefäße, in welchen die Luft aufgefangen werden ſoll, taucht ſie in der Wanne unters Waſſer, bis ſie ganz voll ſind und keine Luftblaſe darin bleibe, zieht ſie, die Oeffnung gegen unten gekehrt, vorſichtig aus dem Waſſer in die Höhe über das Geſimſe über die in ſelbigem befindlichen Trichter ohne Luft hineinzulaſſen, ſo wird der äuſſere Druck der Atmoſphäre das Waſſer in den gläſernen Gefäßen erhalten. Manche Luftarten verlieren bey der Berührung des Waſſers ihren luftförmigen Zuſtand, und verbinden ſich mit ſelbigem; daher kann man das Waſſer zum Auffangen der Luftarten in der Wanne nicht gebrauchen, ſondern man muß ſtatt deſſen Queckſilber wählen. Wegen des ſehr großen Gewichtes und hohen Preiſes deſſelben aber wird der Queckſilberapparat viel kleiner gemacht, welcher jedoch in Anſehung der übrigen Einrichtung dem vorigen ähnlich iſt. Auſſerdem ſind nun noch allerley Retorten nöthig, gläſerne, irdene, bleyerne u. d. g. in welchen die Luftarten aus den Materien zuerſt entwickelt werden. Dieſe werden nach Beſchaffenheit der Materien, woraus ſich die Luftarten entbinden, entweder ins Sandbad oder in freyes Feuer u. ſ. geleget, und an die Mündung derſelben blecherne oder gläſerne Röhren gekuttet, deren untere Oeffnungen in die mit Waſſer oder Queckſilber gefüllete Wanne unter den Trichter geſtecket werden. Bey den Auflöſungen, welche zur Entwickelung der Luftarten weiter keine äuſſere Hitze erfordern, gebraucht man beſonders die Entbindungsflaſche. Wenn bey ſolchen Subſtanzen, aus welchen ſich künſtliche Luft entwickelt, zugleich durch die Hitze Dämpfe erzeuget werden, und mit übergehen in Dampfgeſtalt, ſo bringt man noch eine Mittelflaſche an, um dieſe Dämpfe durch Ab-

kühlung in tropfbar flüſſiger Geſtalt beſonders zu gewinnen. M. ſ. Karſtens Anfangsgründe der Naturlehre. Halle 1790. 8. §. 463. u. f. Grens ſyſtematiſch. Handbuch der geſammten Chemie, Th. I. S. 113. u. f.

§. 612.

Man kann alle die Luftarten, deren Eigenſchaften nunmehr angegeben werden ſollen, in zwey Claſſen bringen; in die erſte gehören diejenigen, welche das Einathmen der Thiere und das Verbrennen der Körper befördern, und reſpirable Luftarten genennet werden können; in die zweyte gehören diejenigen, welche weder zum Athemholen für Thiere, noch zur Erhaltung des Feuers dienen, und welche irreſpirable, mephitiſche Luftarten, Schwadenarten heißen. Einige von dieſen Luftarten verbinden ſich mit Waſſer andere nicht; auch ſind einige mit Berührung der atmoſphäriſchen Luft entzündbar, andere aber nicht. Von einer jeden Luftart ſollen nun insbeſondere betrachtet werden:

1. die Art und Weiſe ſie zu erzeugen.
2. Die Natur derſelben in ihren vorzüglichſten Eigenſchaften und Wirkungen, worin ſie ſich von einander unterſcheiden.
3. Die Beſtandtheile, woraus ſie zuſammengeſetzt ſind.

§. 613.

I. Reſpirable Luftarten, einathembare.

A. Lebensluft, reine Luft, dephlogiſtiſirte Luft, Feuerluft, Sauerſtoffgas (aër vitalis, aër purus, aër dephlogiſticatus, gas oxygenium.)

Man gewinnt dieſe Luft aus verſchiedenen Körpern. Die vorzüglichſte und wohlfeilſte Methode, ſie zu erhalten,

halten, iſt die Deſtillation des Braunſteins mittelſt des pnevmatiſch-chemiſchen Apparats. Sonſt läßt ſie ſich auch durch die Deſtillation aus dem Salpeter, aus allen ſalzigen, erdichten, metalliſchen Neutral- und Mittelſalzen, welche die Salpeterſäure zum Beſtandtheile haben, und aus einigen Metallhalbſäuren als Mennige, rother Queckſilberhalbſäure u. d. g. gewinnen. Auch Pflanzen, welche im Sonnenſcheine ſtehen, geben dieſe Luft.

§. 614.

Dieſe merkwürdige Luft beſitzt folgende Eigenſchaften: Sie iſt ſpecifiſch ſchwerer als die gemeine atmoſphäriſche Luft. In dieſer können die Thiere viel leichter und freyer Athem holen als in der atmoſphäriſchen Luft, und es kann ſogar ein kleines in ſolcher Luft eingeſchloſſenes Thier 5 bis 6mal länger leben, als in einer eben ſo großen Menge eingeſchloſſener atmoſphäriſcher Luft. Das Verbrennen der Körper befördert ſie ungemein, und die in ſelbiger brennenden Körper geben ein weit helleres und glänzenders Licht, als in der gemeinen Luft. Nur glimmende Körper brechen, in ſelbige gebracht, in eine Flamme aus, und dabey wird natürlich der Grad der Hitze größer als in der gemeinen Luft. Sie beſitzet weder Geruch noch Geſchmack und trübt das Kalkwaſſer nicht, auch hat ſie keine Wirkung auf die Farben der Pflanzenſäfte. Mit dem Waſſer läßt ſie ſich gar nicht, oder doch ſehr ſchwer vermiſchen; wenn aber das Waſſer vorher luftleer gemacht worden, ſo verbindet es ſich mit einem Theile dieſer Luft, welcher aber durch Schütteln oder durch Erhitzen oder Kochen des Waſſers daraus wieder entwickelt wird. Dieſe Eigenſchaften der Lebensluft beweiſen folgende Verſuche;

1. Ein Licht brennt in dieſer Luft mit einem ſehr blendenden Glanze, und ſprüht kleine kniſternde Funken um ſich.

2. Das glimmende Dacht eines Lichtes, glimmendes Papier, glimmender Schwamm, ein glimmender Holzſpan u. d. g. bricht in dieſer Luft in eine helle Flamme aus, und brennt wie das Licht Nr. 1.

3. Eine Stahlfeder, an welcher ein Stück glimmender Schwamm befeſtiget iſt, ſchmelzt in dieſer Luft mit vielem Funkenwerfen und mit einem blendenden Glanze.

4. Phosphor und Kampfer verbrennen in der reinen Luft mit einer ſehr glänzenden Flamme.

5. Wenn vermittelſt einer Blaſe oder eines dazu eingerichteten Inſtrumentes die reine Luft durch ein Löthrohr auf eine Lichtflamme oder glühende Kohlen gerichtet wird, ſo wird die Flamme blendend weiß, und Metallſtückchen ſelbſt Platinakörner in die Spitze dieſer Flamme gehalten ſchmelzen.

Nach dem neuern Syſtem beſteht die Lebensluft aus einer eigenen Baſis oder Grundlage, welche Sauerſtoff heißet, der mit dem Wärmeſtoff und der Lichtmaterie innigſt verbunden iſt.

§. 615.

B. Atmoſphäriſche Luft, gemeine Luft (aër atmoſphaericus, vulgaris, communis.)

Dieſe Luft iſt keineswegs, wie die Alten glaubten, einfach. Die Unterſuchungen der Lebensluft haben eine genauere Kenntniß der atmoſphäriſchen Luft bewirket. Man findet in der atmoſphäriſchen Luft an den Körpern eben die Phänomene wie in der Lebensluft; ſie iſt dienlich zum Athemholen für Thiere, und befördert das Verbrennen der Körper, obgleich das Athemholen in ſelbiger nicht ſo frey und die Flamme der brennenden Körper nicht ſo glänzend iſt als in der Lebensluft. Man kann hieraus ſchon ſchließen, daß die atmoſphäriſche Luft einen Theil Lebensluft beſitzen müſſe, welcher zur Unterhaltung des Feuers und des

Athem-

Athemholens der Thiere dienet. In der Folge wird es noch weiter erhellen, daß die atmoſphäriſche Luft aus den beyden ganz verſchiedenen Luftarten zuſammengeſetzt ſey, nemlich aus der Lebensluft und aus dem Stickgas oder Salpeterſtoffgas. Durch verſchiedene Verſuche hat man das Verhältniß der Lebensluft zum Stickgas in der atmoſphäriſchen Luft wie 27 : 73 bis 30 : 70 gefunden. M. ſ. Carl Wilhelm Scheele chemiſche Abhandlung von Luft und Feuer. Leipzig 1782. 8. Von der atmoſphäriſchen Luft muß man freylich den Dunſtkreis ſelbſt unterſcheiden, indem in ſelbigem auſſer der atmoſphäriſchen Luft noch andere elaſtiſche Flüſſigkeiten zugegen ſind, welche durch Naturoperationen wieder zerſetzet werden, wodurch die Atmoſphäre einer beſtändigen Veränderung unterworfen iſt.

§. 616.

II. Irreſpirable Luftarten, mephitiſche Gasarten.

A. Kohlengeſäuertes Gas, luftſaures Gas, fixe Luft, kreidenſaures Gas, Kalkgas, (gas acidum carbonicum, acidum aëreum, aër fixus, gas acidum cretae, gas calcareum.)

Dieſe Luftart kann man aus ſehr vielen Körpern gewinnen. Die Baſis oder Grundlage dieſer Luft macht einen Beſtandtheil aller Theile der organiſchen Körper aus, imgleichen der Kohle, der Erdharze und der Pflanzenſäuren. Daher entſteht bey der trocknen Deſtillation der Gewächſe (§. 360.), der thieriſchen Theile (§. 355.), der Weingährung (§. 388.), Eſſiggährung (§. 393.), faulen Gährung (§. 397.), kohlengeſäuertes Gas. Ferner macht die Grundlage dieſer Luft einen Beſtandtheil der rohen Kalkerden aus, und kann durch Brennen und Auflöſung derſelben

ſelben in Säuren als kohlengeſäuertes Gas geſchieden werden. Selbſt beym Athemholen warmblütiger Thiere entwickelt ſich dies Gas, und wird allemal bey der aushauchenden Luft angetroffen. Man nehme gepülverte Kreide, thue ſie in eine Entbindungsflaſche, und gieße darüber verdünnte Vitriolſäure, ſo entſteht ein ſtarkes Aufbrauſen, welches von dem entwickelten kohlengeſäuertem Gaſe entſtehet. Die Oeffnung der Seitenröhre der Flaſche bringe man unter den Trichter der mit Waſſer angefüllten Wanne, ſo wird man die in der Kreide entwickelte fixe Luft auffangen können. Man kann aber auch eine kleine irdene beſchlagene Retorte mit rohem Kalkſteine, Marmor, Gyps, Kreide u. d. g. Kalkarten anfüllen, an die Oeffnung derſelben eine lange Röhre kütten, welche mit der andern Oeffnung unter den Trichter der mit Waſſer angefüllten Wanne geſteckt wird, hierauf die Retorte nach und nach bis zum Glühen erhitzen, ſo läßt ſich dadurch dies Gas ebenfalls gewinnen.

§. 617.

Die merkwürdigſten Eigenſchaften dieſer Luftart ſind folgende:

1. ſie iſt bey gleichem Druck und bey gleicher Wärme ſchwerer, als die gemeine Luft. Nach Bergmann verhält ſich die Schwere der erſtern zur Schwere der andern wie 3 : 2; nach Lavoiſier 561 : 475.
2. Hat ſie die Eigenſchaften einer Säure.
3. Iſt ſie zum Athemholen der Thiere untauglich, und tödtet ſie ſchnell, wenn ſie ſelbige einathmen.
4. Zur Unterhaltung des Feuers beſitzet ſie keine Fähigkeit, und brennende Körper verlöſchen ſogleich, wenn ſie in ſelbige gebracht werden.
5. Dem Wachsthum der Pflanzen iſt ſie äuſſerſt ſchädlich, und das Aufkeimen der Saamenkörner geht in ſelbiger nicht von ſtatten.

6. Sie widerſteht der Fäulniß, ja, der Geruch der in Fäulniß übergegangenen thieriſchen Körper verliert ſich in dieſer Luft, ſo wie die Schmierigkeit, und es ſtellt ſich die Feſtigkeit wieder her.

7. Das kalte Waſſer ſaugt dieſe Luft nach und nach beym Ruhigſtehen, ſchneller aber beym Schütteln ein. Durch Erhitzung oder durchs Kochen, ſo wie durchs Gefrieren, wird ſie jedoch wieder vom Waſſer geſchieden. Das Waſſer, welches dieſe Luft verſchluckt hat, erhält einen ſäuerlichen Geſchmack und die ſprudelnde Eigenſchaft, wie die natürlichen Sauerbrunnen, dergleichen das Pyrmonter-, Selter- Egerwaſſer u. ſ. ſind. Durch dieſe Luft iſt auch das Waſſer fähig, Körper als Erden, Eiſen u. d. g. aufzulöſen, welche es ſonſt für ſich nicht auflöſen kann. Die Anſchwängerung des Waſſers mit dieſer Luft bequem zu verrichten, dienet die Parkerſche Glasgeräthſchaft oder der Apparat des Herrn Baader. M. ſ. J. A. von Magellan Beſchreibung eines Glasgeräthes, vermittelſt deſſen man mineraliſche Waſſer in kurzer Zeit und mit geringem Aufwande machen kann, a. d. Engl. von Wenzel. Dresden 1780. 8. Baaders Beſchreibung von Maſchinen zur Anſchwängerung des Waſſers mit Luftſäure in Grens Journal d. Phyſik. B. III. S. 4.

8. Sie färbt die Lackmustinktur roth.

9. Sie trübt das Kalkwaſſer, und ſchlägt aus ſelbigem den Kalk als rohen Kalk wieder nieder.

Nach dem neuern Syſtem iſt das kohlengeſäuerte Gas aus dem Kohlenſtoffe (carbonicum), dem Sauerſtoffe mit Wärmeſtoff verbunden, zuſammengeſetzet. Der Kohlenſtoff und der Sauerſtoff mit einander verbunden geben die Kohlenſäure, welche ſchon oben unter den Säuren aufgeführet iſt.

§. 618.

B. Stickgas, phlogiſtiſirte Luft, verdorbene Luft, mephitiſche Luft (gas azoticum, aër phlogiſticatus, aër vitiatus, aër mephiticus.)

Dieſe

Dieſe Luftart läßt ſich alſo gewinnen: Man lege in einem Scherben etwas Kunkelſchen Phosphor, ſtelle alsdenn ſelbigen auf ein Geſtelle in einem Becken mit Waſſer, und ſtürze über ſelbige Zubereitung einen gläſernen Cylinder, welcher oben eine Oeffnung hat, und mit einem eingeriebenen Stöpſel genau verſchloſſen werden kann. Iſt dieſer Cylinder genau zugeſtopft, ſo zünde man den Phosphor durch ein Brennglas an; er wird mit einer ſtarken Flamme brennen, und vielen weißen Dampf abſetzen; anfänglich wird das Waſſer im Cylinder von der erhitzten Luft niedergedruckt werden, bald aber wird es ſteigen, und nach dem Verlöſchen des Phosphor höher ſtehen, als vorher. Die Luft, welche nun noch in dem Cylinder enthalten iſt, wird Stickluft ſeyn. — Oder man nehme friſch bereitete und gepulverte Schwefelleber, thue ſelbige in einen Scherben, und ſetze ſie wie vorhin, auf das Geſtelle in einem Becken mit Waſſer; bedecke dieſe Zubereitung mit einer gläſernen Glocke, und laſſe alles auf dieſe Weiſe an einem temperirten Orte ſtehen. Wenn ſich nun die Luft in der Glocke nach und nach vermindert, ſo ſteigt das Waſſer in der Glocke höher. Sobald nun dieſes Steigen des Waſſers in der Glocke aufgehöret hat, ſo wird die noch übrig gebliebene Luft in der Glocke, wenn man anders eine hinlängliche Menge Schwefelleber gebraucht hat, Stickgas ſeyn. — Auf eben dieſe Weiſe erhält man Stickgas, wenn man über glühende oder brennende Körper eine Glocke ſtürzt, und ſelbige mit Waſſer ſperrt; ſobald dieſe brennenden Körper verloſchen ſind, wird das Waſſer in der Glocke emporſteigen, und zuletzt ſtehen bleiben; der Rückſtand von Luft in der Glocke wird Stickluft ſeyn. Enthielten bey dieſem letzten Prozeſſe die verbrennlichen Körper auch Kohlenſäure, ſo wird das Stickgas auch damit vermiſcht ſeyn; jedoch

läßt ſich die Luftſäure durch Kalkwaſſer leicht davon ſcheiden.

§. 619.

Gemeiniglich werden von dieſer Luftart folgende Eigenſchaften angegeben:

1. Sie iſt ſpecifiſch leichter als die atmoſphäriſche Luft.
2. Sie wird von dem Waſſer nicht eingeſogen, und giebt ſelbigem auch keinen ſauren Geſchmack.
3. Sie ſchlägt den gelöſchten Kalk im Kalkwaſſer nicht nieder, und färbt auch nicht die Lackmustinktur.
4. Sie iſt nicht fähig das Feuer zu unterhalten, und ein brennender Körper in ſelbige gebracht verlöſcht ſogleich.
5. Zum Athemholen für Thiere iſt ſie ganz untauglich, und ein Thier in ſelbige gebracht ſtirbt ſogleich.
6. Das Wachsthum der Pflanzen und das Aufkeimen der Saamenkörner geht in dieſer Luft vorzüglich gut von ſtatten, und eben durch das Wachſen der Pflanzen erhält ſie nach und nach die Eigenſchaft, das Feuer zu unterhalten und den Thieren ein freyes Athmen zu verſtatten, mit einem Worte, ſie wird dadurch der reſpirabeln Luft ähnlicher.
7. Hat ſie weder Geruch noch Geſchmack.

Nach dem neuern Syſtem iſt ſie aus einer eigenen unbekannten Grundlage, welche **Stickſtoff** (azote) genennt wird, mit Wärmeſtoff verbunden zuſammengeſetzt. Verſchiedene Verſuche des Herrn Göttling (m. ſ. Beytrag zur Berichtigung der antiphlogiſtiſchen Chemie, auf Verſuche gegründet. Weimar 1794. 8.), nach welchen der Phosphor nur in der Stickluft nicht aber in der Lebensluft leuchtet, nöthigen ihn, den Stickſtoff als ein Unding zu verwerfen, und der Stickluft und Lebensluft einerley Grundlage, nemlich den Sauerſtoff zu geben, weil ſie beyde den Phosphor ſäuern; nur das Bindungsmittel in beyden iſt nach ihm verſchieden, indem

dem es bey der Lebensluft der Feuerſtoff, bey der Stickluft aber der Lichtſtoff ſeyn ſoll.

§. 620.

Dieſe Stickluft iſt als ein Beſtandtheil der atmoſphäriſchen Luft anzuſehen. Dies beweiſen viele analytiſche und ſynthetiſche Verſuche. Nimmt man Queckſilber, und ſetzt es in einem mit atmoſphäriſcher Luft angefüllten verſchloſſenen Gefäße der Hitze des Feuers aus, ſo wird ſich daſſelbe zum Theil in eine Queckſilberſäure verwandeln, und ſchwerer als vorher werden; die im Gefäße rückſtändige Luft wird aber alle nur mögliche Eigenſchaften eines Stickgas erhalten haben. Dieſer Prozeß zeigt unläugbar, daß der reine Antheil der atmoſphäriſchen Luft, welcher zur Unterhaltung des Feuers dienlich iſt, ſich mit dem Queckſilber verbunden, und ihm dadurch die größere Schwere gegeben hat, der andre Theil der atmoſphäriſchen Luft aber, welcher zum Verbrennen der Körper untauglich iſt, in dem Gefäße zurückgeblieben ſey. Eben dies gilt auch von dem Phosphor, welcher unter dem mit Waſſer geſperrten Raume des Glascylinders (§. 618.) verbrannt iſt; dieſer wird ſchwerer, und die rückſtändige Luft iſt Stickgas; es hat ſich alſo auch hier die ſäuernde Luft mit dem Phosphor verbunden, wodurch die größere Schwere entſteht, und der andere Theil der atmoſphäriſchen Luft iſt in dem Glascylinder zurückgeblieben.

§. 621.

C. Leichtes brennbares Gas, Waſſerſtoffgas (gas inflammabile leve, gas hydrogenium).

Dies brennbare Gas kann aus allen brennbaren Subſtanzen, durch Hitze, Gährung u. ſ. f. auf mancherley

cherley Arten erhalten werden. Vorzüglich entwickelt ſich dieſe Luftart bey der Auflöſung des Zinks und des Eiſens in verdünnter Schwefelſäure oder Salzſäure. Man nehme in Stücken gebrochenen Zink, thue ihn in eine Entbindungsflaſche und gieße 1 Theil Vitriolöl mit 6 Theilen Waſſer vermiſcht darauf. Die ſich hierbey entwickelte brennbare Luft fange man vermittelſt des pnevmatiſchen Apparats durch Waſſer auf. Auſſerdem entwickelt ſich dieſes Gas

1. aus der trocknen Deſtillation aller thieriſchen (§. 355.) und aller Pflanzenkörper (§. 360.), jedoch aber erſt bey der Glühehitze;
2. bey der Fäulniß aller thieriſchen Körper und aller Pflanzen und zwar in großer Menge;
3. wenn Waſſerdämpfe oder Weingeiſtdämpfe durch eiſerne glühende Röhren geleitet werden, ſo wie durchs Ablöſchen glühender Kohlen, glühendes Eiſen u. d. g. im Waſſer ebenfalls dergleichen Gas erzeuget wird.

§. 622.

Die vorzüglichſten Eigenſchaften dieſes brennbaren Gas ſind folgende:

1. Es iſt dies Gas das leichteſte unter allen Luftarten. Sie iſt deſto ſpecifiſch leichter, je ſchneller ſie entwickelt wird; auch kömmt es hierbey noch auf die Körper an, woraus ſie ſich entwickelt.
2. Dieſe Luft iſt zur Unterhaltung der Flamme und zum Athemholen für Thiere untauglich.
3. Sie hat einen eigenthümlichen unangenehmen Geruch, und vermiſcht ſich nicht leicht mit Waſſer; nur von Luft befreyetes Waſſer ſauget einen geringen Theil von dieſer Luft ein, welcher aber durch Erhitzen des Waſſers ſich davon abſondert.
4. Wenn die atmoſphäriſche Luft mit ſelbiger in Berührung kommt, ſo kann ſie vermittelſt einer Lampe angezündet werden, und brennt mit einer bläulichen Flamme.
5. Vermiſcht man dieſe brennbare Luft mit drey Theilen atmoſphäriſcher Luft, ſo entzündet ſich dieſes Gemiſche

mit einem ſehr ſtarken Knalle, und heißt daher auch Knallluft.

6. Das Kalkwaſſer wird von dieſer Luft nicht zerſetzt, und die Lackmustinktur verändert ſich nicht.

7. Dem Wachſen der Pflanzen und dem Aufkeimen der Saamenkörner iſt dieſe Luft nicht allein nicht ſchädlich, ſondern ſelbſt beförderlich.

Nach dem neuern Syſtem iſt dieſe Luftart zuſammengeſetzt aus dem Waſſerſtoff (hydrogène) und Wärmeſtoff. Die Urſache der Benennung des Waſſerſtoffs wird ſogleich im folgenden §. erhellen.

§. 623.

Der Proceß, vermittelſt der Waſſerdämpfe, welche durch ein glühendes eiſernes Rohr gehen, brennbare Luft zu erhalten, iſt vorzüglich merkwürdig, und verdient einer genauern Erwägung. Man nehme eine kleine gläſerne Retorte, fülle ſelbige mit reinem Waſſer an, ſtecke die Oeffnung deſſelben in einen horizontalliegenden Flintenlauf, und verkütte alles gehörig luftdicht; an dem andern Ende des Flintenlaufes befeſtige man eine Röhre, deren andere Oeffnung unter dem Trichter in der Wanne des pneumatiſchen Apparats geſteckt wird. Den Flintenlauf umgebe man mit glühenden Kohlen, und erhitze nun das in der Retorte befindliche Waſſer bis zum Kochen. Die Waſſerdämpfe, die ſich entwickeln, ſtreichen durch den Flintenlauf, und werden an der glühenden Stelle deſſelben in brennbares Gas verwandelt, und gehen nun als ſolches über; hat man zugleich mit der Röhre eine Mittelflaſche verbunden, welche beſtändig kühlend erhalten wird; ſo läßt ſich zugleich in ſelbiger die Waſſerdämpfe, welche nicht in Gas verwandelt ſind, in flüſſiger Geſtalt als Waſſer wieder gewinnen. Hat man dieſe Operation ſo lange fortgeſetzt, bis alles Waſſer in der Retorte abgedampft iſt, ſo findet man

an

an der Stelle des Flintenlaufs, welcher immer glühend erhalten worden iſt, das Eiſen inwendig in eine Halbſäure verwandelt, und den Flintenlauf ſelbſt größer am Gewicht als vorher. Wäget man das in der Mittelflaſche in Dampfgeſtalt übergegangene Waſſer nebſt der brennbaren Luft, ſo beträgt der Unterſchied dieſes Gewichtes von dem Gewichte der zur Operation gebrauchten Menge Waſſer gerade ſo viel, als der Flintenlauf ſchwerer geworden iſt. Alle, welche dieſen Verſuch mit Genauigkeit vorgenommen haben, verſichern, daß dieſes jederzeit zugetroffen habe. Hierbey laſſen ſich nun zwey Fälle gedenken; das Eiſen ſauget entweder das Waſſer in ſich, und es entwickelt ſich aus ſelbigem die brennbare Luft, oder es wird der Waſſerdampf zerſetzt; das Eiſen verſchluckt aus ihm Sauerſtoff, und der andere Stoff bildet mit dem Wärmeſtoff und der Lichtmaterie die brennbare Luft. Beyde Fälle haben ſehr viele große Vertheidiger, und es läßt ſich mit ganz völliger Gewißheit noch nicht entſcheiden, welcher von beyden Fällen der richtigſte ſey. Mir ſcheint die letztere Meynung vor der erſtern einen Vorzug zu haben, weil das Eiſen wirklich in eine Halbſäure verwandelt iſt, mithin nicht Waſſer, ſondern Sauerſtoff verſchluckt haben muß, wodurch eben das vergrößerte Gewicht des Flintenlaufs entſteht. Nach dieſer Meynung würde alsdenn unläugbar folgen, daß das Waſſer aus zweyen Grundſtoffen zuſammengeſetzt ſeyn müſſe, nemlich aus Sauerſtoff und aus Waſſerſtoff, als der Grundlage der brennbaren Luft, wie ſchon oben iſt angezeiget worden.

Anmerk. Ich habe ſchon einmal erinnert, daß diejenigen, welche dem neuern Syſtem mit Recht zugethan ſind, wenig Rückſicht auf Lichtmaterie genommen haben, und mir ſcheint dieſe gerade vorzüglich bey den Luftarten das Bindungsmit-

tel zu ſeyn. Damit behaupte ich aber keinesweges, wie die Phlogiſtiker, daß ſich bey jedem Körper, aus welchem ſich eine Luftart entwickelt, zugleich das Phlogiſton deſſelben als ein weſentlicher Beſtandtheil entwickele. Bey der Erzeugung der mehrſten Luftarten iſt ſchon Lichtmaterie weſentlich nothwendig, weil das Glühen hierbey eine nothwendige Bedingung iſt. Selbſt bey der Entwickelung der Luftarten in Auflöſungen iſt meines Erachtens Lichtmaterie Bedingung. Ich ſtelle mir wenigſtens die Sache ſo vor, die Lichtmaterie und Wärmematerie hat eine große Verwandſchaft mit den mehrſten Körpern, freylich iſt ſie aber bey verſchiedenen Körpern auch ſehr verſchieden; ſie kann alſo in den Körpern gebunden werden, macht aber gerade keinen weſentlichen Theil der Körper aus. Bey der ſchnellen Entwickelung der Wärmematerie in Auflöſungen kann nun dieſe, wie bey dem Waſſerdampfe, von dem aufzulöſenden Körper Theilchen mit fortreiſſen, welche der ebenfalls freygemachte Lichtſtoff in eine permanent elaſtiſche flüſſige Materie umbildet. Dieſes wird mir dadurch noch wahrſcheinlicher, weil die Auflöſung mit Acceleration geſchieht, und eben daher eine phyſiſche Theilung ins Unendliche bey einer noch ſo kleinen gegebenen Zeit vollendet wird, wodurch die frey gewordene Wärmematerie ebenfalls die aufgelöſeten Theilchen mit Acceleration fortreißt, welche die ſogleich entbundene Lichtmaterie in eine Luftart bildet.

§. 624.

Wenn man, wie Lavoiſier gethan, brennbare Luft mit reiner Lebensluft in dem Verhältniſſe 15 : 85 dem Gewichte nach vermiſcht, und dieſes Gemiſche lang-

langſam und nach und nach in einem verſchloſſenen Gefäße verbrennet, ſo werden beyde Luftarten zerſtöret, und es bildet ſich Waſſer, deſſen Gewicht dem Gewichte der gebrauchten beyden Luftarten proportional iſt. Dies iſt alſo ein neuer Beweis von der Zuſammenſetzung des Waſſers. Bey dieſem Verbrennen muß ſich der Sauerſtoff der Lebensluft mit dem Waſſerſtoffe der brennbaren Luft verbinden, und Waſſer bilden, wodurch die Wärmematerie und Lichtmaterie frey werden, und als Feuer entweichen. Um die Menge der Luftarten, welche zum Abbrennen angewendet werden ſollen, genau zu beſtimmen, und das Abbrennen ſelbſt bequem zu verrichten, ſo wie auch das erhaltene Waſſer zu ſammlen und abzuwägen, hat man Vorrichtungen angegeben, welche man Gazometer nennt. **Lavoiſier, Succow** und **van Marum** haben dergleichen beſchrieben. M. ſ. *Lavoiſier* traité element. de chimie T. II. p. 342. ſqq. in der Ueberſetz. von **Hermbſtädt** B. II. S. 22. u. f. Ueber die Apparate zur Waſſer- und Säureerzeugung und ihre vortheilhaftern Einrichtungen von Herrn **Succow** in **Crells** chemiſch. Annalen 1791. B. I. S. 453. Beſchreibung eines ſehr einfachen Gazometers von Herrn **van Marum** in **Grens** Journal der Phyſik. B. VI. S. 3. u. f.

§. 625.

D. **Salpetergas, Salpeterluft, Salpeterſäureluft, nitröſe Luft** (gas nitroſum, aër nitroſus).

Zur Gewinnung dieſer Luftart iſt die Salpeterſäure unumgänglich nothwendig. Vermittelſt dieſer kann ſie aus allen leicht verbrennlichen Körpern erhalten werden; allein gemeiniglich gewinnt man ſie daraus nicht rein, ſondern mit Stickluft vermiſcht, weil ſich zugleich Stickluft mit entwickelt. Am reinſten kann

ſie bereitet werden aus den Metallen und zwar beſonders aus Kupfer, Zink, Wismuth und Queckſilber. Man nehme demnach Stückchen Kupferdraht, bringe ſelbige in eine Entbindungsflaſche und ſchütte darüber einen Theil concentrirte Salpeterſäure mit zwey Theilen Waſſer vermiſcht, und zwar ganz voll, damit keine atmoſphäriſche Luft zurückbleibt. Der Kupferdraht wird ſich auflöſen und ein Aufbrauſen verurſachen, wobey ſich dieſe Luftart entwickelt, welche man vermittelſt der Seitenröhre der Entbindungsflaſche, die unter dem Trichter der Wanne gebracht worden iſt, in einer beſondere Flaſche auffangen kann.

§. 626.

Dieſe Luftart beſitzet folgende Eigenſchaften:

1. Das ſpecifiſche Gewicht derſelben iſt von dem ſpecifiſchen Gewichte der atmoſphäriſchen Luft nicht viel verſchieden.

2. Zum Athemholen für Thiere und zur Unterhaltung des Feuers iſt ſie untauglich.

3. Sie verbindet ſich mit dem Waſſer nicht.

4. Dem Wachsthum der Pflanzen iſt ſie ſchädlich, und das Aufkeimen der Saamenkörner findet in ſelbiger gar nicht ſtatt, vielmehr verlieren ſie darin alle Fähigkeit in einer andern Luft zu keimen.

5. An und für ſich iſt dieſe Luft durchſichtig und ohne Farbe, wie die atmoſphäriſche Luft, verliert aber in der Berührung mit der atmoſphäriſchen Luft den luftförmigen Zuſtand, und verwandelt ſich in rothen Nebel, wie der rauchende Salpetergeiſt.

6. Sie zerſetzt das Kalkwaſſer nicht, hat keine Wirkung auf die Farben der Pflanzenſäfte, keinen Geruch und keinen Geſchmack, erhält aber alle Kennzeichen einer Salpeterſäure, wenn ſie mit der atmoſphäriſchen Luft in Berührung kommt, und in rothe Nebel ſich verwandelt.

7. Sie widerſteht der Fäulniß ungemein ſtark und in einem ſehr hohen Grade, ſtellt aber die bereits in Fäulniß

niß übergegangene Körper nicht wie die Stickluft wieder her.

Nach dem neuern Syſteme iſt die Grundlage dieſer Luftart der Stickſtoff und Sauerſtoff.

§. 627.

Eine von den merkwürdigſten und auffallendſten Erſcheinungen dieſer Luftart iſt dieſe, daß ſie von den reſpirabeln Luftarten vernichtet wird. Sobald man zu der im Glascylinder aufgefangenen und mit Waſſer geſperrten Salpeterluft atmoſphäriſche Luft hinzuläßt, ſo entſtehen rothe Nebel und Wärme, das Waſſer ſteigt in dem Cylinder in die Höhe und verſchluckt dieſe Nebel, wodurch es zur wahren verdünnten Salpeterſäure wird. Wenn auf dieſe Art ſo viel atmoſphäriſche Luft zu der Salpeterluft hinzugelaſſen iſt, bis keine Nebel mehr entſtehen, ſo iſt die rückſtändige Luft, welche noch einen kleinern Raum als die angewendete atmoſphäriſche Luft für ſich einnimmt, wahre Stickluft, welche ſonſt durchs Verbrennen der Körper erzeuget wird. Nach dem neuern Syſteme muß alſo das Salpetergas eine große Verwandſchaft mit dem Sauerſtoffe der atmoſphäriſchen Luft haben, folglich jene dieſer entziehen, und dadurch zerſetzen. Dieſe Erſcheinung iſt deſto auffallender je reiner die atmoſphäriſche Luft iſt. Die irreſpirabeln Luftarten aber zerſetzen die Salpeterluft ganz und gar nicht, ſondern ſie bleibt mit ſelbiger in einem völligen luftförmigen Zuſtande verbunden, und ſelbſt vermindert ſich dadurch ihr Umfang nicht.

§. 628.

Weil blos der Theil der reinen Luft in der atmoſphäriſchen Luft zum Athemholen für Thiere und zur Unterhaltung des Feuers tauglich iſt, dieſer aber wegen der verſchiedenen Abwechſelungen der Atmoſphäre bald

größer bald geringer werden kann, ſo iſt es allerdings nützlich zu wiſſen, die Menge der Lebensluft in der Atmoſphäre zu beſtimmen, und die gute und ſchlechte Beſchaffenheit der atmoſphäriſchen Luft zu entdecken. Prieſtley hatte zuerſt den Gedanken, die Salpeterluft zu dieſer Beſtimmung anzuwenden. Das Werkzeug, welches von Prieſtley hierzu angegeben iſt, heißt ein Eudiometer oder Luftgütmeſſer. An dieſem Werkzeuge ſind nachher verſchiedene Abänderungen gemacht, wodurch mancherley Arten der Eudiometer entſtanden ſind, unter welchen das von Herrn Fontana verbeſſerte wegen ſeiner Einfachheit und Genauigkeit für allen andern einen Vorzug verdienet. Zuletzt iſt noch das Verbrennen des Phosphors in einem beſtimmten Raume der zu prüfenden Luft als ein Mittel vorgeſchlagen worden, die Güte der Luft zu meſſen. Die Herren Seguin, Lavoiſier und Reboul haben hierzu einen Apparat vorgeſchlagen. So glänzend auch alle dieſe Vorſchläge ſind, ſo haben ſie doch alle noch große Mängel, weil auch das beſte Eudiometer nicht vermögend iſt, die größere oder geringere Güte der Luft genau zu beſtimmen. Die Geſchichte von der Eudiometrie findet man in Gehlers phyſikal. Wörterb. Th. II. S. 89. u. Th. V. S. 371. Prieſtley's Verſuche und Beobachtungen über verſchiedene Gegenſtände der Naturlehre B. I. S. 6. Luz Anweiſung, das Eudiometer des Fontana zu verfertigen und zum Gebrauch bequemer zu machen. Nürnb. und Leipz. 1784. 8. Geſchichte der Luftgüteprüfungslehre, kritiſch bearbeitet von J. A. Scherer. Wien 1785. 8. Abhandlung über die Eudiometrie von Herrn Seguin überſ. in Grens Journal der Phyſik. B. VI. S. 148. u. f. *Reboul* deſcription d'un Eudiometre atmoſphérique in den Annales de chimie, T. XIII. p. 38. ſqq.

§. 629.

§. 629.

E. Sumpfluft, ſchweres brennbares Gas (gas paluſtre, aër paludum).

Dieſe Luft entwickelt ſich beym Aufrühren der Sümpfe, des Schlammes, der moderigen Brunnen, der Cloaken u. d. g. Dieſe Sumpfluft läßt ſich auf folgende Art gewinnen: man fülle eine Flaſche mit Waſſer, kehre ſie im Waſſer eines ſtillſtehenden Sumpfes um, bringe einen Trichter in die Oeffnung derſelben, und rühre mit einem ſpitzigen Stocke im Grunde, ſo ſteigt die Sumpfluft in Blaſen auf, und wird auf dieſe Weiſe in der Flaſche aufgefangen. Eine andere Methode dieſe Sumpfluft aufzufangen, giebt Ingenhouß an. M. ſ. Abt Volta's Briefe über die entzündliche Luft, die aus den Sümpfen entſteht. Zürch 1778. 8. Ingenhouß vermiſchte Schriften ꝛc. Wien 1784. 8. B. I. Num. 11. S. 300.

§. 630.

Dieſe Luft beſitzet folgende Eigenſchaften:

1. Sie iſt ſpecifiſch ſchwerer, als das brennbare Gas des §. 621. und hat noch einen üblern und ſtärkern Geruch als dieſes.
2. Sie iſt ebenfalls, wie das leichte brennbare Gas, in Berührung und Vermiſchung der atmoſphäriſchen Luft entzündbar, brennt hingegen mit einer ſtärkern Flamme.
3. Zur Unterhaltung des Feuers und zum Athemholen für Thiere iſt ſie untauglich.
4. Wenn das Gemiſch dieſer Luft mit einer gehörigen Menge atmoſphäriſcher Luft abgebrannt wird, ſo ſchlägt ſich Waſſer nieder, und es entſteht kohlengeſäuertes Gas.
5. Sie verbindet ſich mit dem Waſſer nicht, zerſetzt die Salpeterluft nicht, und röthet die Lackmustinktur nicht, wenn ſie rein iſt.

Nach dem neuern Syſteme iſt die Baſis dieſer Luft Waſſerſtoff und Kohlenſtoff. Hiernach verbindet

ſich bey der Entzündung der Sauerſtoff der atmoſphäriſchen Luft zum Theil mit dem Waſſerſtoffe und bildet Waſſer, zum Theil mit dem Kohlenſtoffe und bildet kohlengeſäuertes Gas; dadurch wird die gebundene Licht- und Wärmematerie frey, und verurſachet die Flamme.

§. 631.

F. Hepatiſches Gas, Schwefelleberglas, hepatiſche Luft, ſchwefelhaltiges Waſſerſtoffgas (gas hepaticum, aër hepaticus, gas hydrogenium ſulphuratum).

Man gewinnt dieſes Gas aus der friſch zubereiteten und gepulverten Schwefelleber, welche durch eine Säure aufgelöſet wird. Gießt man nemlich in einer Entbindungsflaſche über gepulverte Schwefelleber eine Säure, ſo entſteht ein Aufbrauſen, wobey ſich eben dieſe Luftart entwickelt; bringt man nun die Röhre unter dem Trichter einer mit Queckſilber oder heißem Waſſer angefüllten Wanne, ſo kann dieſe Luft beſonders aufgefangen werden.

§. 632.

Die merkwürdigſten Eigenſchaften dieſer Luftart ſind folgende:

1. Sie iſt ſo vollkommen durchſichtig und ungefärbt wie die gemeine Luft.

2. Beſitzet ſie einen ausnehmend ſtarken ſtinkenden Geruch, wie die aufgelöſte Schwefelleber.

3. Zum Athemholen für Thiere iſt ſie ganz und gar untauglich und erſtickend, und beym Ausſchluß der atmoſphäriſchen Luft zur Unterhaltung des Feuers unfähig, mit Berührung der atmoſphäriſchen Luft aber, wenn die Oeffnung des Gefäßes weit genug iſt, entzündet ſie ſich, und brennt mit einer bläulichen Flamme; dabey wird an den Wänden des Gefäßes einiger Schwefel abgeſetzt. Auch der elektriſche Funke entzündet ſie.

4. Den Veilchenſaft färbt ſie grünlich, auf die Lackmus-tinktur hat ſie aber keine Wirkung.

5. Kaltes Waſſer verſchluckt ſelbige nach und nach; je heiſſer aber das Waſſer iſt, deſto weniger nimmt es dieſe Luft auf; daher kann man ſie durch heißes Waſſer gewinnen. Das kalte Waſſer, welches mit dieſer Luft angeſchwängert iſt, hat alle die Eigenſchaften der friſchen Schwefelbäder.

6. Die Laugenſalze ſchlucken dieſe Luft heftig ein, und bilden alsdenn wieder eine Art von Schwefelleber.

7. Wird dieſe Luft mit der atmoſphäriſchen oder mit der Lebensluft über Queckſilber vermiſcht, ſo wird nicht allein die hepatiſche Luft ſondern auch die reſpirable Luft zerſetzt, und es ſcheidet ſich Schwefel ab.

Nach dem neuern Syſtem iſt die Baſis dieſer Luft Schwefel und Waſſerſtoff. Nach dieſem verbindet ſich der Sauerſtoff mit dem Waſſerſtoffe, und es entſteht Waſſer. Der aufgelöſte Schwefel wird aber niedergeſchlagen.

§. 633.

G. Phosphorgas, Phosphorluft (gas phoſphoricum).

Dieſe Luft entwickelt ſich aus dem Phosphor, wenn ätzende alkaliſche Lauge darauf geſchüttet wird. Zu dem Ende bringe man etwa zwey Unzen in der Luft zerfallenen gebrannten Kalk in eine Retorte, Ein Quentchen klein zerſchnittenen Phosphor, und gieße darüber etwa Eine Unze Waſſer und ſchüttele alles unter einander. Die gekrümmte gläſerne Röhre, welche an die Oeffnung der Retorte geküttet wird, muß höchſtens in der Oeffnung 1½ Linien im Durchmeſſer haben. Wird alsdenn die Retorte ins Sandbad gebracht, und allmählig erhitzet, ſo geht ſogleich dieſe Luft über, und wird in dem Glascylinder, der mit Waſſer gefüllten Wanne aufgefangen. Dieſe Luft hat Gingembre erfunden. M. ſ. Gingembre über eine Luft, welche

man

man durch die Wirkung von Laugenſalzen auf Kunkels Phosphor erhält, aus den memoir. preſent T. X. S. 651. ff. überſetzt in Crells chemiſchen Annalen 1789. B. I. S. 450. ff. ' Kirwan von der phosphor-hepatiſchen Luft, in ſeinen phyſ. chemiſch. Schriften B. III. Berlin u. Stett. 1788. S. 96.

§. 634.

Die vorzüglichſten Eigenſchaften dieſer Phosphorluft ſind folgende:

1. Sie iſt zum Athemholen für Thiere ganz untauglich.

2. Hat ſie einen ſehr unangenehmen ganz faulichten Geruch, wie etwa der in Fäulniß übergehenden Fiſche.

3. Sie hat für allen andern Luftarten dieſe beſondere Eigenſchaft, daß ſie in Berührung mit der atmoſphäriſchen Luft ſich mit einem ſtarken Knall von ſelbſt entzündet. Daher hat man bey Verfertigung dieſer Luftart eine ſehr große Vorſicht zu gebrauchen, daß bey der anfänglichen Entwickelung derſelben die Gefäße wegen der noch darin befindlichen atmoſphäriſchen Luft nicht zerſprengt werden. Läßt man die Luftblaſen aus dem Waſſer in der Wanne in die atmoſphäriſche Luft treten, ſo verbrennen ſie von ſelbſt mit einem Knall, und laſſen einen weißen Rauch, welcher in horizontal liegenden und ſich ſtets erweiternden Ringen in die Höhe ſteiget.

4. Sie wird vom Waſſer nicht eingeſogen, zerſetzt das Kalkwaſſer nicht, und röthet auch die Lackmustinktur nicht; der weiße Rauch nach dem Verbrennen aber thut dieſes.

5. Sie iſt ſchwerer wie die gemeine Luft; ihr Verhältniß zu der gemeinen iſt ohngefähr wie 21 : 10.

6. Die irreſpirabeln Luftarten zerſetzt ſie nicht.

Dieſe Luftart hat nach dem neuern Syſteme den Waſſerſtoff und den Phosphor zur Grundlage. Hiernach zieht bey Berührung derſelben mit der reſpirabeln Luft der Phosphor den Sauerſtoff mit Heftigkeit an, verwandelt ſich in Phosphorſäure, und ein anderer Theil des Sauerſtoffes verbindet ſich mit dem Waſſerſtoffe,

und bildet Waſſer, dadurch werden Lichtmaterie und Wärmeſtoff frey und verurſachen Feuer.

§. 635.

H. Ammoniakgas, urinöſe Luft, flüchtig alkaliniſches Gas (gas ammoniacale, gas alcalinum volatile, aër urinoſus).

Man gewinnt dieſe Luft auf folgende Art: Man gieße ätzenden Salmiakgeiſt in eine kleine gläſerne Retorte mit einem langen Halſe, bringe die Oeffnung derſelben unter dem Trichter der mit Queckſilber angefüllten Wanne, erhitze ſodann die Retorte im Sandbade durch ein Lampenfeuer, ſo wird dieſe Luft übergehen.

§. 636.

Die vorzüglichſten Eigenſchaften dieſer Luftart ſind folgende:

1. Sie hat einen erſtickenden Geruch und einen ätzenden urinöſen Geſchmack, wie der ätzende Salmiakgeiſt.
2. Von dem Waſſer wird ſie heftig eingeſogen, und es entwickelt ſich dabey Wärme.
3. Den Veilchenſaft färbt ſie grün, das Fernambuckpapier violett und Curcumapapier braun.
4. Sie iſt weder zur Unterhaltung des Feuers noch zum Athemholen der Thiere tauglich.
5. Bey genugſamen Zugang der reſpirabeln Luft iſt ſie entzündlich, und läßt ſich alsdenn auch durch einen elektriſchen Funken anzünden.
6. Sie iſt ſpecifiſch leichter als die gemeine Luft.

Nach dem neuern Syſtem iſt die Baſis dieſer Luftart Stickſtoff und Waſſerſtoff. M. ſ. Berthollet Zerlegung des flüchtigen Laugenſalzes; aus den Memoir. de l'Academ. royal. des ſcienc. 1785. S. 316. ff. überſetzt in Crells chemiſchen Annalen 1791. B. II. S. 169. ff.

§. 637.

I. Salzſaures Gas, kochſalzſaures Gas, ſeeſalzſaure Luft, luftige Salzſäure (gas acidum muriaticum).

Die Luft iſt eigentlich die Kochſalzſäure ſelbſt in Gasgeſtalt. Man gewinnt ſie auf folgende Art: Man ſchütte über zwey Theile Kochſalz in einer Retorte mit einem langen Halſe, die in einem erwärmten Sandbad ſich befindet, nach und nach Vitriolöl; die Oeffnung des Halſes an der Retorte bringe man unter dem Trichter einer mit Queckſilber angefüllten Wanne, ſo wird dieſe Luft in die Vorlage übergehen.

§. 638.

Die vorzüglichſten Eigenſchaften dieſer Luftart ſind folgende:

1. Sie iſt ſchwerer als die atmoſphäriſche Luft; nach Fontana iſt ihr Verhältniß wie 1,698 : 1,000.
2. Sie iſt weder zum Einathmen der Thiere noch zur Unterhaltung des Feuers tauglich.
3. Mit der Vermiſchung der reſpirabeln Luft verliert ſie ihren luftförmigen Zuſtand, und verwandelt ſich in weiße Nebel, wobey die Temperatur erhöhet wird; zugleich vermindert ſich auch der Umfang der reſpirabeln Luft.
4. Sie hat einen ſehr ſauren Geſchmack, und wirkt auf die Pigmente der Pflanzenſäfte als Säure.
5. Sie beſitzt einen erſtickenden Geruch, welcher dem des rauchenden Salzgeiſtes ähnlich iſt.
6. Sie wird von dem Waſſer heftig eingeſogen, welches einen ſauren Geſchmack erhält, und nach der Sättigung mit ſelbiger ſelbſt zum rauchenden Salzgeiſt wird; hierbey wird zugleich der Wärmegrad erhöhet.
7. Das Eis ſchmelzt in dieſer Luft weit ſchneller als in der atmoſphäriſchen Luft.
8. Sie trübt das Kalkwaſſer nicht, verwandelt es aber in einen ſalzgeſäuerten Kalk.

9. Mit Laugenſalzen verbindet ſie ſich zu Neutralſalzen und zwar mit Erwärmung.

10 Mit dem Ammoniakgas verbindet ſie ſich ſehr ſchnell; beyde Luftarten verlieren alsdenn ihren luftförmigen Zuſtand, und ſie geben in Verbindung einen wahren Salmiak.

11. Von dem kohlengeſäuerten Gas, Stickgas, hepatiſchen Gas, Salpetergas, ſchwefelgeſäuertem Gas und von brennbarem Gas wird dieſe Luft nicht zerſetzt.

Nach dem neuern Syſteme beſteht die Baſis dieſer Luft aus Waſſerſtoff und Sauerſtoff.

§. 639.

K. Dephlogiſtiſirtes Salpetergas, dephlogiſtiſirte Salpeterluft, gasförmige azotiſche Halbſäure.

Prieſtley hat dieſe Luftart zuerſt entdeckt, indem er das Salpetergas und die Salpeterſäure mit einigen andern Subſtanzen in Verbindung brachte. Verſchiedene holländiſche Chemiſten haben dieſe Luftart weiter unterſucht, und gefunden, daß ſie ſich von den übrigen Lufturten weſentlich unterſcheidet. Es läßt ſich dieſe Luftart aus verſchiedenen Subſtanzen gewinnen; vorzüglich dienet hierzu das Salpetergas, wenn ſelbiges entweder mit angefeuchteter Schwefelleber, welches aus Pottaſche verfertiget iſt, zuſammen ſtehen gelaſſen wird, oder wenn man es über glühenden Salpeter ſtreichen läßt, oder wenn man es mit Phosphorgas vermiſcht. M. ſ. Grens ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie, Th. III. Halle 1795. 8. S. 749. u. ſ.

§. 640.

Die vorzüglichſten Eigenſchaften dieſer Luftart ſind folgende:

1. ſie wird weder zerſetzt noch auch in Anſehung ihres Umfangs vermindert, wenn ſie mit reſpirabler Luft vermiſcht wird.

2. Sie wird von dem Waſſer eingeſogen, wenn es geſchüttelt wird, läßt ſich aber aus dem Waſſer durchs Kochen wieder rein gewinnen.

3. Die Flamme brennt in dieſer Luft mit einer lebhaftern Flamme als in der atmoſphäriſchen, und ein glimmender Span fängt von ſelbſt wieder Feuer wie in der Lebensluft.

4. Aetzende Alkalien ſaugen ſie nicht ein, und erleiden auch dadurch keine Veränderung.

5. Das Waſſer, welches ſie verſchluckt hat, röthet die Lackmustinktur nicht.

6. Mit $\frac{1}{3}$ brennbarer Luft vermiſcht brennt ſie mit einem ſtarken Knall ab; auch läßt ſich dieſes Gemiſch durch einen elektriſchen Funken anzünden.

7. Phosphor kann in dieſer Luft nicht entzündet werden, und brennt auch darin nicht fort ſondern verlöſcht. Eben dies findet auch mit dem Schwefel ſtatt, ſo wie auch Kohle darin nicht fortbrennt.

8. Zum Athemholen der Thiere beſitzet ſie keine Fähigkeit.

9. Durch wiederholte elektriſche Funken wird ſie in ihrem Umfange vermindert und erhält zuletzt die Eigenſchaft der atmoſphäriſchen Luft.

Nach dem neuern Syſtem iſt die Grundlage dieſer Luft eben dieſelbe wie bey dem Salpetergas, nur enthält das erſtere Gas bey 1,00 Theile 0,37 Theile Sauerſtoff, das Salpetergas aber bey 1,00 Theile 0,68 Theile Sauerſtoff. M. ſ. Ueber die Natur des von Herrn Prieſtley ſogenannten dephlogiſtiſirten Salpetergas oder der gasförmigen azotiſchen Halbſäure von J. R. Deiman, Paets van Trooſtwyk, P. Nieuwland, N. Bondt und O. Lauwernburgh; in Grens Journal der Phyſik. B. I. S. 243. ff.

§. 641.

L. Schwefelgas, ſchwefelſaures Gas, Schwefelluft, vitriolſaure Luft (gas ſulphu-

phureum, gas acidum ſulphureum, aër ſulphureus, aër acidus vitriolicus.)

Es entwickelt ſich dieſe Luft, wenn man Vitriolöl mit leicht entzündbaren Körpern, als Oel, Kohlen, Harz u. d. g. vermiſcht, und dieſe Vermiſchung erwärmet. Sehr rein wird ſie auch erhalten bey der Auflöſung der Metalle in Vitriolöl vermittelſt der Hitze. Um ſie beſonders aufzufangen, muß ſie durch Queckſilber geleitet werden.

§. 642.

Die vorzüglichſten Eigenſchaften dieſer Luftart ſind folgende:

1. Sie iſt ſpecifiſch ſchwerer als die atmoſphäriſche Luft; nach Fontana iſt ihr Verhältniß zu dieſer = 2 : 1.
2. Sie hat einen durchdringenden und erſtickenden Geruch, welcher dem des brennenden Schwefels ähnlich iſt.
3. Zur Unterhaltung des Feuers und zum Athemholen für Thiere iſt ſie ganz untauglich.
4. Vom Waſſer wird ſie begierig verſchluckt. Das mit dieſer Luft angeſchwängerte Waſſer wird in der reſpirabeln Luft nach und nach zu einer wirklich verdünnten Schwefelſäure.
5. Wird dieſe Luft mit reſpirabler Luft vermiſcht, ſo zerſetzt ſich nach und nach die reſpirable Luft, und es entſteht eine flüſſige Schwefelſäure.
6. Sie hat einen ſauren Geſchmack, und wirkt daher auch auf die Pigmente der Pflanzenſäfte als Säure.
7. Mit Laugenſalzen und Erden vermiſcht bildet ſie wie die Schwefelſäure Neutral- und Mittelſalze.
8. Von keiner irreſpirabeln Luftart wird ſie zerſetzt.
9. Das Eis ſchmelzt in dieſer Luft ſehr ſchnell.
10. Das Kalkwaſſer verſchluckt ſie begierig, wird aber dadurch nicht getrübt.

Nach dem neuern Syſtem iſt die Grundlage dieſer Luftart Schwefel und Sauerſtoff. Zu dem Ende verbindet ſich die Baſis mit dem Waſſer, welches

dadurch zur verdünnten Schwefelſäure wird, wobey ſich zugleich die Temperatur erhöhet.

§. 643.

M. Spathgas, ſpathgeſäuertes Gas, flußſpathſaures Gas (gas acidum fluoricum, gas fluoris mineralis, aër fluoratus.)

Dieſe Luftart entwickelt ſich bey der Deſtillation des Flußſpaths mit Vitriolöl übergoſſen. Zu dem Ende nimmt man gepulverten Flußſpath, thut ſelbigen in eine Retorte, gießt hierüber etwa die Hälfte ſo viel Vitriolöl, und fängt die vermittelſt der Deſtillation ſich entwickelnde ſpatgeſäuerte Luft durch Queckſilber in den Vorlagen auf. Aus oben angegebenen Gründen iſt zu merken, daß die Retorte von Bley ſeyn muß.

§. 644.

Die vorzüglichſten Eigenſchaften dieſer Luftart ſind folgende:

1. Wenn ſie die atmoſphäriſche Luft berühret, ſo wird ſie ſogleich zerſetzt, indem ſie ſich in einem weißgrauen Dampf verwandelt, wobey eine höhere Temperatur ſtatt findet.
2. Sie iſt ſpeciſiſch ſchwerer als die atmoſphäriſche Luft; nach Fontana iſt ihr Verhältniß zu dieſer wie 3 : 1.
3. Vom Waſſer wird ſie ſogleich verſchluckt. Das Waſſer, welches damit angeſchwängert iſt, iſt eine wahre Flußſpathſäure.
4. Wird ſie über gläſerne Gefäße deſtilliret, und durch Waſſer geleitet, ſo ſetzet ſich auf dem Waſſer eine weiße Rinde, welche wahre Kieſelerde iſt, die ſie im Glaſe aufgelöſet hat.
5. Zum Athemholen für Thiere und zur Unterhaltung des Feuers iſt ſie ganz untauglich.
6. Sie iſt ſauer und hat einen der Salzſäure ähnlichen Geruch, und trübt das Kalkwaſſer.

7. Das Ammoniakgas mit dieſer Luft vermiſcht, verliert ſogleich den luftigen Zuſtand; dabey entbindet ſich Wärme, und es entſteht ein ſalzichter Niederſchlag.

8. Sie löſet, wenn ſie erhitzt iſt, das Glas und die Kieſelerde auf; daher iſt ſie ein vorzügliches Mittel, mittelſt derſelben ins Glas zu ätzen.

Dieſe Luft iſt nach dem neuern Syſteme die Flußſpathſäure ſelbſt, welche bey der gewöhnlichen Temperatur unſerer Atmoſphäre beſtändig in Gasgeſtalt erſcheinet, mit Verbindung des Waſſers aber erſt die tropfbar flüſſige Geſtalt erhält.

Siebentes Kapitel.

Von dem Schalle und Tone.

§. 645.

Die Erfahrung zeiget vielfältig, daß, wenn verſchiedene Körper in eine zitternde Bewegung kommen, oder auch die Luft in einen zuſammengepreßten Zuſtande war, und ſelbige durch eine enge Oeffnung ſchnell hervordringt, oder ſonſt auf irgend eine Art ſich ſchnell entwickelt, hierdurch für unſer Gehörorgan eine Wirkung hervorgebracht wird, welche wir mit dem Namen, Ton, Klang, Schall, Knall u. d. g. belegen. So entſteht z. B. ein Ton, Klang, Schall, Knall u. d. g. wenn eine geſpannte Saite in eine ſchwingende Bewegung verſetzt wird, wenn man in eine enge Oeffnung ſchnell Luft hineinbläſet, wenn an elaſtiſche Körper angeſchlagen wird, wenn eine Peitſche ſchnell in der Luft beweget wird, wenn entzündbare Luftarten angezündet werden u. d. g. unzählige Fälle. Die Verſuche beweiſen ferner, daß

dieſe Wirkung unſer Gehörorgan nicht rühret, wenn im luftleeren Raume eine Saite in zitternde Bewegung gebracht wird, oder wenn an einen elaſtiſchen Körper angeſchlagen wird u. d. g. Es iſt alſo die Luft ein vorzügliches Mittel, den Schall bis in unſer Ohr fortzupflanzen. Ueberhaupt ſind bey einem jeden Tone oder Schalle zwey Bedingungen vorauszuſetzen, nemlich erſtlich der Körper, welcher einen Ton hervorbringen ſoll und dann zweytens, durch welche Mittel derſelbe bis zu unſerm Ohre fortgepflanzt wird. Um alſo von dem Schalle oder Tone gründlich urtheilen zu können, iſt es nöthig, dieſe beyden Stücke näher zu unterſuchen.

§. 646.

Diejenigen Körper, deren Theile einer ſchwingenden Bewegung fähig ſind, geben unter gewiſſen Umſtänden Töne, Schalle u. d. g. und heißen daher ſchallende Körper (corpora ſonora). Es gehören alſo dahin alle elaſtiſche Körper. Weil nun alle Körper Elaſticität beſitzen, ſo ſind auch alle Körper ſchallende Körper, die Körper mögen feſte oder flüſſige ſeyn. Denn vermöge der Elaſticität beſitzen die Körper die Fähigkeit, in ſchwingende Bewegungen verſetzt zu werden. Es folgt hieraus, daß der Ton oder Schall deſto größer und heller iſt, je mehr die Körper Elaſticität beſitzen, folglich je größer die Spannung der Theile iſt, daß er aber im Gegentheil deſto geringer und dumpfer iſt, je geringer die Elaſticität der Körper, folglich je geringer die Spannung der Theile iſt. Es kann alſo der Schall eines urſprünglich ſchallenden Körpers vermehret werden, wenn ihre Elaſticität vermehret wird.

§. 647.

Wenn der Schall, welcher durch die Schwingungen der Theile der ſchallenden Körper entſtehet, unſer

unſer Gehör rühren ſoll, ſo müſſen nothwendig dieſe Schwingungen von dem Orte der Entſtehung bis zu unſer Ohr fortgepflanzet werden. Ganz irrig würde aber die Vorſtellung ſeyn, wenn man wie die Alten glauben wollte, daß von dem ſchallenden Körper eine Materie gleichſam als eine ſchallmachende Materie ausſtöſſe, bis zu unſerm Gehör fortgepflanzt würde, und ſo demſelben die Empfindung des Schalles eindrückte. Vielmehr müſſen andere Mittel vorhanden ſeyn, welche durch die Schwingungen der ſchallenden Körper ähnliche Schwingungen erhalten, und ſelbige bis zum Ohr fortpflanzen. Diejenigen Körper alſo, welche in ſchwingende Bewegungen verſetzet werden können, müſſen als Mittel dienen, den Schall fortzupflanzen; dies ſind aber alle Körper, alſo können auch alle Körper den Schall fortpflanzen. Es fließt hieraus, wie vorhin, bey den urſprünglich ſchallenden Körpern von ſelbſt, daß das Gehör einen deſto ſtärkern und hellern Klang oder Schall empfinden müſſe, je größer die Elaſticität derjenigen Körper iſt, welche denſelben fortpflanzen. Zu den den Schall fortpflanzenden Mitteln gehören alſo ſowohl die feſten als auch die flüſſigen Körper. Daher können ſelbſt taube Menſchen, wenn ſie einen Draht oder ein Stück hartes Holz zwiſchen die Zähne nehmen, und ſelbiges an den Rand eines Keſſels halten, merklich hören, wenn in ſelbigen ſtark hineingerufen wird. Eben ſo empfindet man einen Schall, wenn ein Wecker einige Ellen tief unter Waſſer gebracht wird. Das beſte den Schall fortleitende Mittel iſt ohnſtreitig die Luft, denn eben dieſe beſitzet die Elaſticität in einem hohen Grade. Folglich muß auch der Schall in der Luft deſto ſtärker und heller ſeyn, je reiner, je wärmer und je dichter ſie iſt; im Gegentheil wird er deſto dumpfer ſeyn, je trüber und je unreiner die Luft iſt.

§. 648.

Wenn wir alſo durchs Gehör einen Schall empfinden ſollen, ſo iſt die Bedingung als weſentlich vorauszuſetzen, daß der ſchallende Körper ſowohl als auch der den Schall fortpflanzende Körper in eine zitternde Bewegung gebracht werde, die ſich bis an unſer Ohr erſtrecket. Was demnach von der Bewegung der Körper überhaupt gilt, daß muß auch hier in Betrachtung gezogen werden. Man muß folglich bey dem Schalle ebenfalls die Richtung, die Geſchwindigkeit, die Zeit der Fortpflanzung des Schalles, und die Maſſe der Körper in Erwägung ziehen. Es hängt alſo die Stärke des Schalls allein von der Größe der ſchwingenden Kräfte der Theile der Körper ab; denn hierdurch wird nicht allein die Zeitdauer der Schwingungen, ſondern auch die Größe der Schwingungsbogen und die Geſchwindigkeit derſelben beſtimmt. Es folgt hieraus keinesweges, daß alle Theile eines ſchallenden Körpers in einer zitternden Bewegung ſeyn müſſen, vielmehr haben neuere Verſuche aufs unwiderſprechlichſte gelehret, daß ſowohl bey klingenden Saiten, als auch bey tönenden Glocken, Scheiben, Stäben und Ringen einige Stellen ganz unbeweglich bleiben, die Theile um ſelbige herum aber eine ſolche ſchwingende Bewegung beſitzen, daß die Schwingungen auf beyden Seiten dieſer unbeweglichen Stellen nach entgegengeſetzter Richtung gehen. M. ſ. Entdeckungen über die Theorie des Klanges von Ernſt Florenz Friedrich Chladni. Leipz. 1787. 4. imgl. deſſelb. Abhandlung über die Longitudinalſchwingungen der Saiten und Stäbe. 1796. 4.

§. 649.

Im gemeinen Leben unterſcheidet man die Wörter Klang, Schall, Knall von einander. Sind

nem-

nemlich die Schwingungen der Theile der ſchallenden Körper gleichförmig d. h. wenn die Schwingungen ſo auf einander folgen, daß ſie gleichgültig ſind, ſo nennt man ſie einen Klang; im Gegentheil aber einen Schall, ein Getöſe oder ein Geräuſch. Iſt der Schall ſehr heftig, und dauert nur einen Augenblick, ſo nennt man ihn einen Knall.

§. 650.

Der Schall pflanzt ſich in der Luft ſo wie das Licht in geraden Linien fort, und zwar nach allen Seiten hin, nach unten, nach oben und nach den Seiten hin. Hiervon überzeuget uns die Erfahrung hinlänglich, indem wir jederzeit die Lage der Objekte durch das Gehör eben ſo unterſcheiden, wie die Lage der ſichtbaren Objekte durchs Geſicht. Die Fortpflanzung eines Schalles von dem ſchallenden Körper wird gemeiniglich auf folgende Art erkläret: die in ſchwingender Bewegung befindlichen Theile des ſchallenden Körpers theilen den angränzenden Lufttheilen dieſe ſchwingende Bewegung mit, dieſe den folgenden Theilen der Luft u. ſ. f. bis zum Gehörorgan des Menſchen und zwar ſo, daß durch die ſchwingenden Kräfte der Theile des ſchallenden Körpers die angränzenden Lufttheile zuſammengedruckt, dieſe aber vermöge ihrer Elaſticität wieder ausgedehnet, die folgenden Lufttheile dadurch wieder zuſammengedruckt, vermöge ihrer Elaſticität aber wieder ausgedehnet werden u. ſ. f. ſo daß dieſes abwechſelnde Zuſammendrücken und Ausdehnen der in gerader Linie auf einander folgenden Lufttheile bis zum Gehörorgane gehe. Folglich iſt die zur Fortpflanzung des Schalles dienliche Bewegung eine wellenförmige Bewegung, nicht aber eine fortſchreitende. Hieraus wird es auch begreiflich, warum ſich die Flamme eines Lichtes nicht bewege, wenn man gleich ſelbige nahe an einen ſtark klingenden Körper hält. Die Weite, auf

welche ſich der Schall von einem ſchallenden Körper erſtreckt, hängt theils von der Stärke des Schalles, theils von der Elaſticität und Dichtigkeit der Luft, theils von der Lage des Ortes, wo der Schall entſtanden iſt, ab. Ueber die Fortpflanzung des Schalles in verſchiedenen Luftarten hat Perolle (memoir. de l'Acad. roy. de Turin pour les an. 1786 et 87. im Anhange) verſchiedene Verſuche angeſtellet, und gefunden, daß ſich der Schall in der reinen, gemeinen und ſalpetergeſäuerten Luft am weiteſten fortpflanze und in ſelbigen den hellſten und ſtärkſten Ton verurſache; im kohlengeſäuerten Gas war die Weite des fortpflanzenden Schalles weit geringer und im Waſſerſtoffgas noch geringer, ſo wie auch der Ton in jenen Gas nicht ſo helle und ſtark, und in dem letztern ganz dumpficht war. Hieraus erhellet alſo, daß ſich die Stärke des Schalles nicht immer nach der Dichtigkeit der Luft richte.

§. 651.

Weil ſich der Schall von einem ſchallenden Körper nach allen Seiten wie die Halbmeſſer einer Kugel ausbreitet, ſo folgt, daß die Stärke deſſelben abnimmt umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen von den ſchallenden Körper zunehmen. Es iſt alſo der Schall in einer doppelten Entfernung vom ſchallenden Körper viermal, in einer dreyfachen Entfernung neunmal ſchwächer u. ſ. f.

§. 652.

Weil bey einer jeden Bewegung, folglich auch bey der Fortpflanzung des Schalles eine Zeit erfordert wird, ſo läßt es ſich leicht begreifen, daß die Geſchwindigkeit deſſelben aus der gegebenen Zeit und dem in ſelbiger durchlaufenen Raume beſtimmt werden könne. Man hat in verſchiedenen Gegenden Verſuche darüber ange-

angeſtellt, deren Reſultate aber in etwas von einander abweichen, welches allem Vermuthen nach von der veränderten Beſchaffenheit wie z. B. wegen der verſchiedenen Wärme, Dichtigkeit u. ſ. w. herrühret. Dieſe Verſuche ſind vorzüglich bey der Nachtzeit mit dem Losbrennen des Geſchützes angeſtellet worden, weil vermöge der Erfahrung die Geſchwindigkeit des Lichtes auf unſerer Erde ſo groß iſt, daß diejenige Zeit, welche es brauchet, um einen gewiſſen Weg zu durchlaufen für nichts zu achten iſt. Man ſieht nemlich in einer großen Entfernung vom Geſchütz ſogleich den Blitz des entzündenden Pulvers, indem es abgefeuert wird, eine Zeit darauf aber hört man erſt den Knall. Es dienet alſo die Zeit, welche zwiſchen dem Sehen des Blitzes und dem Hören des Knalles verfließet, um die Geſchwindigkeit des Schalles in der Luft zu beſtimmen. Die von Caſſini, Moraldi und de la Caille angeſtellten ſehr genauen Verſuche in Frankreich, beweiſen, daß der Schall in einer Sekunde 173 Toiſen oder 1038 Pariſer Fuß durchlaufen. M. ſ. l'hiſtoire de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. Ann. 1738. Flamſtead und Halley in England fanden den Weg, welchen der Schall in einer Sekunde zurückgeleget, auf 1142 Londn. Fuß, welche 1072 Pariſer Fuß gleich ſind. Nach den Verſuchen des Perolla (§. 650.) iſt die Geſchwindigkeit des Schalles in den verſchiedenen Luftarten ebenfalls verſchieden. Nimmt man die Geſchwindigkeit des Schalles in der atmoſphäriſchen Luft = 1,000 an, ſo iſt dieſelbe in der Lebensluft = 1,135, in der ſalpetergeſäuerten Luft = 1,130, in der kohlengeſäuerten Luft = 0,820, und in dem Waſſerſtoffgas = 0,234.

§. 653.

Durch dieſe und dergleichen ähnliche Verſuche hat man noch folgende merkwürdige Sätze in Anſe-

hung

hung der Fortpflanzung des Schalles beſtätiget gefunden: die Fortpflanzung des Schalles iſt gleichförmig und die Geſchwindigkeit deſſelben unveränderlich. Die Geſchwindigkeit iſt einerley, es mag der Schall ſtark oder ſchwach ſeyn; hingegen alles, was die Elaſticität der Luft ändert, verurſachet auch eine Veränderung des Schalles in Anſehung der Geſchwindigkeit; dahin gehöret Wärme und Kälte, Feuchtigkeit und Trockenheit, Verdichtung und Verdünnung der Luft. Wenn der Wind nach einer Richtung bläſet, welcher auf der Richtung des Schalles ſenkrecht iſt, ſo bleibt die Geſchwindigkeit deſſelben unverändert. Bläſet aber der Wind in einer Richtung, welche mit der Richtung des Schalles parallel iſt, ſo vermehret er die Geſchwindigkeit deſſelben, wenn er mit dem Schall nach einerley Richtung gehet, vermindert ſie aber, wenn er demſelben entgegenbläſet. M. ſ. l'hiſtoire de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris an. 1738.

Die Geſetze, nach welchen ſich der Schall in andern Körpern fortpflanzet, ſind noch lange nicht hinlänglich unterſucht worden.

§. 654.

Der Schall wird auch zurückgeworfen, wenn er gegen die Oberfläche eines harten Körpers anſtößt, und die Geſetze der Zurückwerfung ſind eben dieſelben, wie bey andern elaſtiſchen Körpern. Hierauf gründet ſich die Naturerſcheinung, welche man Wiederſchall oder Echo nennt. Wenn nemlich der Schall an die Fläche eines harten Körpers z. B. an einen Felſen ſenkrecht auffällt, ſo wird er nun mit ſeiner ganzen Stärke darauf wirken, und in eben der Richtung mit eben der Geſchwindigkeit wieder zurückgeworfen, und kommt auf dieſe Weiſe zum zweytenmale in das Ohr. Iſt nun die Entfernung groß genug, ſo daß der Urſchall ſchon ganz vorüber iſt, wenn der Wiederſchall

das

das Ohr zum zweytenmal rühret, ſo muß es die nemliche Empfindung haben, als es bey dem Urſchalle hatte, und eben dieſe wiederholte Empfindung des reflektirten Schalles wird eigentlich das Echo genennet. Die Erfahrung lehret, daß zwey Schalle vernehmlich gehöret werden, wenn ſie in dem neunten Theil einer Sekunde auf einander folgen. Soll alſo das Echo eines Schalles vernehmlich ſeyn, ſo muß die Weite des Urſchalls von der reflektirenden Ebene ſo groß ſeyn, daß $\frac{1}{9}$ von einer Sekunde vergehet, ehe er wieder zurückkommt. Nimmt man nun nach den im §. 652. angegebenen Verſuchen an, daß der in einer Sekunde zurückgelegte Weg des Schalles 1038 Par. Fuß betrage, ſo wird wenigſtens eine Entfernung des Urſchalls von der reflektirenden Ebene erfordert, welche $= \frac{1038}{18} = 57\frac{2}{3}$ Pariſ. Fuß iſt, um den Wiederſchall deutlich zu vernehmen. Weil nun in einer ſolchen Entfernung nur ein einziger Schall deutlich wiederſchallen kann, ſo heißt auch ein ſolches Echo ein einſylbiges (Echo monoſyllabum). Wäre aber die Entfernung des Urſchalles von der reflektirenden Fläche $= \frac{1038}{2} = 519$ Par. Fuß, ſo würde der Wiederſchall eine Sekunde nach dem Urſchalle bey demſelben empfunden werden. Es wird alſo ein ſolches Echo ſo viele Worte oder Sylben wiederſchallen, als in der Zeit von einer Sekunde deutlich wahrgenommen werden können. Ein ſolches Echo heißt daher auch ein vielſylbiges Echo (Echo polyſyllabum). Wenn mehrere reflektirende Flächen in gewiſſen Entfernungen von einander liegen, ſo daß der Schall von der einen zur andern kommen, und von jeder nach dem Urſchall zurückreflektiret werden kann, ſo wird dadurch eine einzige Sylbe mehreremal wiederſchallen, weil der Schall von entferntern reflektiren-

den Flächen ſpäter zurückgeworfen wird. Ein ſolches Echo wird ein vielfaches Echo genennt. Es giebt auf unſerer Erde verſchiedene Gegenden, welche theils ein vielſylbiges theils ein vielfaches Echo verſtatten. Selbſt hier in Jena findet man eins, welches verſchiedene Sylben deutlich nachſpricht. Mehrere Gegenden, wo dergleichen angetroffen werden, findet man in Gehlers phyſikal. Wörterb. Th. I. S. 665. Auch ſind verſchiedene durch die Kunſt verfertiget worden.

§. 655.

Auf die Zurückwerfung des Schalls von den Flächen harter Körper gründet ſich auch die Einrichtung der ſogenannten Sprachgewölbe, Sprachſäle und der Sprachröhre. Dergleichen Sprachgewölbe ſind mehrentheils elliptiſch gewölbt; wenn alſo aus Gründen der höhern Geometrie in dem einen Brennpunkte die Schallſtrahlen an der elliptiſchen Fläche zurückgeworfen werden, ſo kommen ſie alle in dem andern Brennpunkte zuſammen. Daher kommt es, daß, wenn in einer Ecke eines ſolchen Zimmers geſprochen wird, alles dies deutlich in der andern Ecke gehöret werden kann, in der Mitte des Zimmers aber nicht. Wenn der Schall, welcher in freyer Luft nach allen Seiten hin gehet, in eine elaſtiſche Röhre ſo eingeſchloſſen wird, daß die an der innern Wand zurückgeworfenen Schallſtrahlen eine parallele Lage erhalten, ſo muß auch der Schall ſeine Stärke behalten die er anfänglich hatte, und welche nur in dem Fortgange der Luft in etwas vermindert wird. Darauf gründet ſich eben die Einrichtung des Sprachrohrs. Nach Erfindung deſſelben von Morland im Jahr 1670. hat man ſich bemühet, demſelben eine Figur zu geben, welche den Schall am ſtärkſten und weiteſten fortpflanzen könne. Herr Lambert

bert hat gezeigt, daß die Figur eines abgekürzten Kegels immer noch die beſte ſey. Wenn man wiſſen will, wie groß die Durchmeſſer der beyden Oeffnungen und die Länge der Axe des Sprachrohrs ſeyn müſſe, um die Worte einer ſtark hineinredenden Perſon bis auf eine verlangte Entfernung verſtändlich fortzupflanzen, ſo hat Herr Lambert aus Gründen der Theorie Regeln angegeben, die ſich auf folgende Vorausſetzung gründen: Es ſey acdb (Fig. 118.) der abgekürzte gerade Kegel, welcher als Sprachrohr dienen ſoll, man verlängere die Seitenlinie ac bis ſie die Axe eg in dem Punkte e ſchneide, ſo wird nach der Theorie erfordert, daß die Verlängerung ae dem Halbmeſſer cg der Grundfläche gleich ſey; die Oeffnung ab kann im Durchmeſſer 1½ Zoll groß gemacht werden, um den Mund bequem an ſelbige zu bringen und hineinzuſprechen. Um nun den Winkel in der Spitze e, nebſt der Seitenlinie ce zu finden, giebt Lambert folgende Regeln an:

1. Man dividire die Zahl, welche angiebt, wie weit eine ſtark redende Perſon ohne Sprachrohr verſtändlich ſprechen kann, in die Zahl, welche angiebt, wie weit durch das Sprachrohr die Rede verſtändlich machen ſoll, und dividire dieſen Quotienten in die Quadratwurzel von der Zahl 2; dieſer Quotiente giebt die Länge eines Bogens für den Halbmeſſer = 1 an, der das Maaß des halben Winkels an der Spitze e iſt.
2. Den in n. 1. gefundenen erſten Quotienten erhebe man ins Quadrat, und nehme von dieſer Quadratzahl $\frac{1}{8}$, ſo hat man die Länge der Seitenlinie ec in Zollen.
3. Aus ec und dem Winkel ceg findet man nach folgender Proportion ſin. tot. : ſin. ceg = ec : cg den Halbmeſſer cg. Weil nun cg = ae ſeyn muß, ſo läßt ſich nun auch ac finden.

Geſetzt, es würde angenommen, daß eine ſtark redende Perſon bis auf 400 Fuß weit verſtändlich reden

könnte,

könnte, und es ſollte durch das Sprachrohr die von ſelbiger hineingeſprochenen Worte auf 6000 Fuß verſtändlich fortgepflanzet werden, ſo hat man $\frac{6000}{400} = 15$. Ferner iſt $\sqrt{2} = 1{,}414213$, folglich $\frac{1{,}414213}{15} = 0{,}094281$. Da nun dieſe Zahl das Maaß des Winkels gec für des Halbmeſſer = 1, folglich der Winkel ſelbſt ſehr klein iſt, ſo iſt auch der Sinus dieſes Winkels von dem dazu gehörigen Bogen nur wenig verſchieden; demnach findet man ſogleich den Halbmeſſer cg, wenn man die Zahl ec mit 0,094281 multipliciret. Ferner iſt von 15 die Quadratzahl 225, und $\frac{3}{8} \cdot 225 = 84\frac{3}{8} = 84{,}375$ Zoll = ec, mithin $84{,}375 \times 0{,}094281 = 7{,}9$ Zoll = ea = cg; dieſe von 84,375 Zoll abgezogen, geben für die Länge ac $= 84{,}375 - 7{,}9 = 76{,}475$ Zoll. M. ſ. ſur quelques inſtrumens acuſtiques par Mr. *Lambert* in den hiſtoir. de l'Acad. de Pruſſe. an. 1763. p. 87.

§. 656.

Wenn die reflektirende Fläche dem Urſchalle ſo nahe liegt, daß der Wiederhall mit dem Urſchalle zuſammenfällt, ſo kann auch das Gehör nur ein und die nemliche Empfindung von dem Schalle haben, folglich kann auch kein Echo, wohl aber eine Verſtärkung des Schalles ſtatt finden, welche Reſonanz genennet wird. Hierauf beruhet nun der Grund der Reſonanzboden der mit Saiten bezogenen muſikaliſchen Inſtrumente, und die Verſtärkung des Schalls der blaſenden Inſtrumente. M. ſ. *Maupertuis* ſur la forme les inſtruments de muſique in den memoir. de Paris 1724.

§. 657.

Wenn zwey Saiten von einerley Dicke ſind und aus einerley Materie beſtehen, die eine aber länger als

als die andere iſt, beyde jedoch gleich ſtark geſpannt ſind, ſo wird unſer Gehör nicht einerley Empfindung haben, wenn ſie beyde in eine ſchwingende Bewegung verſetzt werden. Wir legen der kürzern Saite einen höhern, der längern aber einen tiefern Ton bey. Man verſteht alſo unter einem Tone die Höhe oder Tiefe des Klanges der geſpannten Saiten. Gleich lange, gleich dicke und gleich ſtark geſpannte Saiten geben alſo einerley Ton. Eine jede geſpannte Saite giebt, wenn ſie in einer ſchwingenden Bewegung iſt, in einer beſtimmten Zeit eine gewiſſe Anzahl von Schwingungen, welche ſich wie die Schwingungen eines Pendels verhalten. Da nun die Anzahl der Schwingungen eines längern Pendels in einer Zeit geringer iſt als die Anzahl der Schwingungen eines kürzern Pendels in eben der Zeit, ſo ſieht man wohl, daß der weſentliche Unterſchied der Töne auf der Anzahl der in einer gegebenen Zeit verrichteten Schwingungen beruhe. Es wird alſo ein tiefer Ton derjenige ſeyn, welcher in einerley Zeit weniger Schwingungen macht, und ein höherer Ton derjenige, welcher in einerley Zeit mehrere Schwingungen macht, als ein anderer, womit er verglichen wird.

§. 658.

Wenn von zwey gleich langen und gleich dicken Saiten die eine ſtärker als die andere geſpannt iſt, ſo muß ſie auch in einerley Zeit mehrere Schwingungen hervorbringen als die andere. Da aber der Unterſchied der höhern und tiefern Töne auf der Anzahl der Schwingungen in einerley Zeit beruht, ſo muß auch die ſtärker geſpannte Saite einen höhern Ton geben, als die andere, welche mit jener gleiche Dicke und gleiche Länge hat. Demnach muß man auch bey Beſtimmung der Tonhöhe der Saiten auſſer der Länge auf ihre Spannungen ſehen. Weil ferner

eine größere bewegende Maſſe vermöge ihrer bewegenden Kraft der ſpannenden Kraft mehr widerſtehet als eine kleinere, ſo folgt auch, daß gleich lange und gleich ſtark geſpannte aber ungleich dicke Saiten in einerley Zeit ungleich viele Schwingungen machen; daher muß auch die dickere Saite einen tiefern Ton verurſachen als die dünnere, bey gleicher Länge und gleicher Spannung. Demnach hat man bey Beſtimmung der Tonhöhen auf folgende drey Stücke Rückſicht zu nehmen: 1. auf die Länge, 2. auf die Stärke der Spannung und 3. auf die Dicke der Saiten.

§. 659.

Die Erfahrung beweiſet in Anſehung der Tonhöhen folgende Sätze:

1. Zwey gleich lange, gleich dicke, und gleich geſpannte Saiten geben in einerley Zeit gleichviele Schwingungen, mithin einerley Ton, welcher **Einklang** genennet wird.

2. Zwey gleich lange und gleich ſtark geſpannte aber ungleich dicke Saiten verhalten ſich in ihren Tonhöhen umgekehrt wie ihre Durchmeſſer der Dicke. Wäre z. B. der Durchmeſſer der einen Seite = 1 und der andern gleich langen und gleich ſtark geſpannten Seite = 2, ſo wird die erſtere Saite in einerley Zeit doppelt ſo viele Schwingungen machen, als die andere.

3. Bey zwey gleich langen, gleich dicken, aber ungleich ſtark geſpannten Saiten verhalten ſich die Tonhöhen wie die Quadratwurzeln der geſpannten Kräfte, die man ſich als Gewichte vorſtellen kann. Wenn z. B. die ſpannenden Kräfte von zweyen Saiten ſich zu einander verhalten wie 1 : 9, ſo muß die neunmal ſtärker geſpannte Saite in eben der Zeit dreymal mehr Schwingungen als die einmal ſo ſtark geſpannte machen.

4. Bey zwey gleich dicken und gleich ſtark geſpannten, aber ungleich langen Saiten verhalten ſich die Tonhöhen wie die Längen.

5. Bey gleich langen aber ungleich dicken und ungleich ſtark geſpannten Saiten verhalten ſich die Tonhöhen wie die Quadratwurzeln der Quotienten aus den ſpannenden Kräften dividiret durch ihre Längen.

6. Bey ungleich langen, ungleich dicken und ungleich ſtark geſpannten Saiten, verhalten ſich die Tonhöhen wie die Quadratwurzeln der Quotienten aus den ſpannenden Kräften dividiret durch das Produkt der Längen in die Durchmeſſer der Dicken der Saiten. Wären die Längen zweyer Saiten L und l, die Durchmeſſer der Dicken D und d und die geſpannten Kräfte V und v, und die Tonhöhen T und t, ſo hat man $T : t = \sqrt{\frac{V}{DL}} : \sqrt{\frac{v}{dl}}$.

Ganz anders aber finden die Geſetze bey Glocken und blaſenden Inſtrumenten ſtatt, wie Chladni in §. 648. angeführter Schrift gezeiget hat.

§. 660.

Wenn von ein Paar Saiten von gleicher Dicke und gleicher Spannung die eine nur halb ſo lang als die andere iſt, mithin auch noch einmal ſo viele Schwingungen als die andere macht, ſo iſt ihr Ton die Oberoctave von dem Grundtone, welchen die andere Saite angiebt, wie die Erfahrung lehret. Wäre ferner die kürzere $\frac{2}{3}$ von der längern Saite, oder die kürzere machte in eben der Zeit drey Schwingungen, da die längere zwey Schwingungen macht, ſo giebt die kürzere einen Ton an, welcher die Quinte des Tons der längern iſt; wenn noch weiter die kürzere $\frac{3}{4}$ von der längern Saite, oder die kürzere giebt vier Schwingungen in eben der Zeit da die längere drey giebt, ſo iſt der Ton der kürzern die Quarte des Grundtons der längern; wenn die kürzere $\frac{4}{5}$ der längern iſt, ſo iſt der Ton der kürzern die große Terze des Grundtons der längern, iſt

aber die kürzere $\frac{5}{6}$ der längern, ſo giebt die kürzere die kleine Terze des Grundtons der längern an; wenn die kürzere $\frac{3}{5}$ der längern, ſo iſt der Ton der kürzern die große Sexte des Grundtons der längern; iſt aber die kürzere $\frac{5}{8}$ der längern, ſo iſt der Ton der kürzern die kleine Sexte des Grundtons der längern; wenn die kürzere $\frac{1}{3}$ der längern iſt, ſo iſt der Ton der kürzern die Oberduodecime des Grundtons der längern oder auch die Oberoctave der Quinte; iſt aber die kürzere $\frac{1}{5}$ der längern, ſo iſt der Ton der kürzern die Oberduodecime-Septime oder die doppelte Octave der großen Terze des Grundtons der längern Saite.

§. 661.

Wenn zwey oder mehrere Töne zugleich klingen, ſo geben ſie einen Accord. Mehrere auf einander folgende Töne machen eine Melodie oder einen Geſang aus, und mehrere nach einander folgende Accorde eine Harmonie. Unſere Seele empfindet vermöge des Gehörorgans gar bald, ob das Verhältniß der Töne bey dem Accord leicht zu erkennen, und daher ſelbiger angenehm iſt, oder ob das Gegentheil ſtatt findet; im erſten Falle entſtehet ein Wohlklang oder Conſonanz, im andern aber ein Mißklang oder Diſſonanz. Auf eben dieſe Weiſe wird auch die Seele eine gute Harmonie von einer ſchlechten unterſcheiden können. Es iſt bekannt, daß zu einem vollkommenen vierſtimmigen Accord die Terze und zwar bey harten Tonarten die große Terze, die Quinte und die Octave gehören; einen weniger vollkommnen Accord machen der Grundton, die Terze und bey harten Tönen die große Terze und Quinte aus, noch weniger vollkommene Accorde ſind die zweyſtimmigen, nemlich Grundton und Octave, Grundton und Quinte, Grundton und große Terze,

Grund-

Grundton und kleine Terze, Grundton und Quarte, Grundton und Sexte. Diſſonirende zweyſtimmige Accorde ſind der Grundton und die Septime, der Grundton und die Sekunde.

§. 662.

Die Tonkünſtler bezeichnen die zu ihrer Stimmung brauchbaren Töne durch Buchſtaben, und nehmen zwiſchen einem Tone und ſeiner Octave ſieben Haupttöne an, und zwiſchen ſelbigen noch fünf Nebentöne, obgleich zwiſchen dem Grundton und ihrer Octave eine unzählige Menge Zwiſchentöne zu gedenken ſind, wovon viele das Ohr von einander unterſcheiden kann. Die zwiſchen dem Grundton und ihrer Octave fallenden Haupttöne ſind c, d, e, f, g, a, h und die dazwiſchen liegenden cis, dis, fis, gis, b. Die Intervallen dieſer Töne ſind nicht allerwärts gleich d. h. die zwölf Töne, welche zwiſchen einer Octave fallen, ſind nicht zwölf gleiche Töne; wegen des Wohlklanges darf dies auch nicht ſeyn, indem es ſonſt keine vollkommnene Conſonanzen gäbe. Nach der Temperatur des Kirnberger iſt das Verhältniß der Töne folgendes:

c	cis	d	dis	e	f	fis	g	gis	a	b	h	$\overline{c}$
1	$\frac{243}{256}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{32}{45}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{81}{128}$	$\frac{161}{270}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{8}{15}$	$\frac{1}{2}$

M. ſ. Kirnberger Kunſt des reinen Satzes in der Muſik. Berlin 1771. 4. G. F. T. Gedanken über die Temperatur des Herrn Kirnbergers. Berlin 1775. 8. Marpurgs Verſuch über die muſikaliſche Temperatur. Breslau 1778. 8.

§. 663.

Vielleicht giebt es für das Gehör zwey Gränzen von Tönen, über und unter welche der Ton nicht mehr empfunden werden kann, welches aber die Gränze der tiefen und die Gränze der höhern Töne ſey, das läßt

ſo leicht nicht beſtimmen. Für den tiefſten hörbaren Ton hat Sauveur $12\frac{1}{2}$, für den höchſten Ton 6400 Schwingungen in einer Sekunde angenommen, daß folglich neun Octaven von Tönen das Gehörorgan empfinden könne. Euler giebt die Gränzen auf 30 und 7520 oder nach neuern Beſtimmungen auf 20 und 4000 Schwingungen, welches ohngefähr acht Octaven begreift. M. ſ. *Rameau* traité de l'harmonie, à Paris 1722. ſyſteme general des intervalles des ſons, et ſon application à tous les ſyſtemes et à tous les inſtruments de Muſique par Mr. *Sauveur* in den Memoir. de l'Academie roy. des ſcienc. 1701. p. 297. *Euleri* tentamen novae theoriae muſicae. Petrop. 1739. Die Theorie der Muſik findet man noch in folgenden Schriften abgehandelt: d'Alemberts ſyſtematiſche Einleitung in die muſikaliſche Setzkunſt nach den Lehrſätzen des Herrn Rameau. Leipzig 1757. J. G. Sulzers allgemeine Theorie der ſchönen Künſte. Leipz. 1786. gr. 8. Art. Ton, Syſtem, Temperatur. Leonhard Eulers Briefe über verſchiedene Gegenſtände aus der Naturlehre, nach der Ausgabe des Herrn Condorcet und la Croix, aufs neue überſetzt und mit Anmerkungen, Zuſätzen und neuen Briefen vermehrt von Friedrich Kries. Leipz. III Bände. 1792 — 1794. gr. 8. auch findet man einiges hieher gehöriges in Daniel Gottlob Türk Klavierſchule, oder Anweiſung zum Klavierſpielen mit kritiſchen Anmerkungen. Leipzig und Halle 1789. 4. im Anhange. I. Abſchnitt.

Achtes

Achtes Kapitel.

Von dem Feuer.

§. 664.

Das Wort Feuer wird nicht beſtändig in einerley Bedeutung genommen; oftmals verſteht man darunter blos den freyen Wärmeſtoff, welcher alſo im Gefühle eine gewiſſe Empfindung hervorbringt, manchmal verſteht man auch darunter die Lichtmaterie und endlich begreift man darunter den Zuſtand, wo ſich Licht- und Wärmeſtoff zugleich zeiget. Da es nun höchſt wahrſcheinlich iſt, wie aus den Lehren vom Wärme- und Lichtſtoffe erhellet, daß die Wärme- und Lichtmaterie zwey ganz verſchiedene Stoffe ſind, welche eine ſehr große Verwandſchaft gegen einander haben, indem aus verſchiedenen angeſtellten Verſuchen Wärmeſtoff allein fühlbar und Lichtſtoff allein ſichtbar seyn kann, bey jedem Feuer aber allemal Licht- und Wärmeſtoff zugegen iſt, ſo ſcheint es mir auſſer allem Zweifel zu ſeyn, daß das Feuer aus der Licht- und Wärmematerie zuſammengeſetzt ſey. Man hat alſo gar nicht nöthig, eine eigene Materie unter dem Namen der Feuermaterie anzunehmen, um alle die Phänomene, welche hierbey ſtatt finden, richtig zu erklären, zumal da das Feuer die Natur der Licht- und Wärmematerie hat: denn es kann gebrochen, zurückgeworfen werden, und geht durch durchſichtige Körper eben ſo, als die Licht- und Wärmematerie hindurch. Und eben auf dieſe Eigenſchaften gründen ſich die Brennräume der Brenngläſer und Brennſpiegel.

 §. 665.

§. 665.

Das Feuer kann ſich aus den Körpern auf ſehr verſchiedene Arten entwickeln, wie bald gezeiget werden ſoll. Jedoch lehret die Erfahrung, daß nicht alle Körper auf unſerer Erde geſchickt ſind, Feuer mit Flamme hervorzubringen. Daher theilet man die Körper ein in entzündliche, brennbare, verbrennliche, und in unentzündliche Körper. Wenn man die Natur des Feuers und ſelbſt den Akt der Verbrennung der verbrennlichen Körper aus richtigen Gründen herleiten will, ſo muß man auf alle Umſtände, welche die Körper durch die Wirkung des Feuers ausgeſetzt ſind, Rückſicht nehmen, und alle die Bedingungen, unter welchen das Feuer ſich wirkſam erweiſen kann, genau erwägen.

§. 666.

Vermöge der Erfahrung wird als erſte Bedingung zur Entzündung der verbrennlichen Körper eine ſtarke Erhitzung vorausgeſetzet, welche bey einigen Körpern geringer bey andern aber größer ſeyn muß. Dieſe Erhitzung kann erfolgen

1. durch Reibung. Denn wenn ein Paar Körper ſtark aneinander gerieben werden, ſo erhitzen ſie ſich, und zwar um deſto mehr, je ſchneller ſie an einander beweget und je ſtärker ſie an einander gedruckt werden. So kann Eiſen durch anhaltendes Hämmern bis zum Glühen gebracht werden, ſo geräth ein Stückchen Phosphor, welcher ſtark mit etwas Papier gerieben wird, in eine Flamme, ſo erhält man durch das Aneinanderſchlagen des Feuerſteines und des Stahles Funken, ſo kann man durch fortgeſetztes Reiben Holz entzünden u. d. gl.

2. Durch Verbindung ſolcher Stoffe, aus welchen ſich Wärme- und Lichtmaterie zu entwickeln ſcheinet. Auf dieſe Weiſe entzündet ſich der Schwefel, wenn man ihn auf fließendes Bley bringt; auch entzündet ſich der Phosphor, welcher zu einer Miſchung aus gleichen Theilen Vitriolöl und Waſſer gethan wird; ferner ent-

zün-

zündet er ſich von ſelbſt, wenn er in eine Schaale von 90 Grad Fahrenh. Hitze gebracht wird. So entzünden ſich Oele, zu welchen Säuren geſchüttet werden; ſo entzünden ſich Miſchungen von Oel und Ruß und dergl. unzählige Fälle.

3. Wenn ein ſchon angezündeter Körper mit einem andern entzündlichen Körper in Berührung gebracht wird, welches alltägliche Beyſpiele hinlänglich beweiſen.

4. Durch Gährung organiſcher Körper. So entzündet ſich oftmals friſches Heu in einem zuſammengepanzten Haufen u. d. g.

§. 667.

Die zweyte Bedingung, welche zur Entzündung verbrennlicher Körper nothwendig erfordert wird, iſt der Zugang der reſpirabeln Luft; denn ohne dieſe kann gar kein Feuer unterhalten werden, wie die oben angeführten irreſpirabeln Luftarten hinlänglich beweiſen. Die Erfahrung lehret hinlänglich, daß die Unterhaltung des Feuers und das Verbrennen der verbrennlichen Körper deſto beſſer und deſto lebhafter von ſtatten gehe, je reiner die Luft, und je ſtärker der Zufluß derſelben iſt. So brennt ein Körper in der Lebensluft mit einem ſehr hellen Glanze, ſo wird das Feuer durch den Gebrauch der Blaſebälge befördert, ſo wird das Feuer durch den Zug in Oſen verſtärkt u. d. g.

§. 668.

Wenn ein brennender Körper in eine beſtimmte Menge reſpirabler Luft gebracht wird, ſo dauert das Verbrennen deſſelben nur ſo lange, als der reine Theil der Luft ausmacht, mithin wird auch das Verbrennen deſſelben deſto länger dauern, je größer der reine Theil in der reſpirabeln Luft iſt. Daher verlöſchen in einem eingeſchloſſenen Raume zuletzt brennende Körper von ſelbſt, und der Rückſtand von Luft iſt nicht nur in Anſehung des Umfanges ſondern auch des abſoluten Gewich-

wichtes geringer geworden, und hat ſich zugleich in Stickluft verwandelt. Je größer nun der reine Antheil der Luft war, folglich je länger das Verbrennen des Körpers ſelbſt dauerte, deſto größer iſt die Gewichtsabnahme und die Verminderung des Umfanges der Luft, und deſto geringer das zurückgebliebene Stickgas. Auch hat der verbrannte Körper eine merkliche Veränderung erlitten. Iſt der Körper nicht von der Art, daß er durch das Feuer in Dampf oder Dunſt aufgelöſet wird, ſo nimmt er nach dem Verbrennen in ſeinem abſoluten Gewichte gerade um ſo viel zu, als der verſchwundene reine Antheil der Luft gewogen hat, und erhält einen etwas ſäuerlichen Geſchmack. Jedoch iſt dieſer ſäuerliche Geſchmack nicht bey allen Körpern ſo groß, daß er durch unſern unvollkommnen Geſchmacksorgan allemal erkannt werden kann, allein die Säure iſt mit dem Körper beſtändig verbunden, wie die Verſuche mit ſelbigem lehren. Unläugbar beweiſen dies folgende Verſuche:

1. Man lege ein Stückchen Kunkelſchen Phosphor in eine Schaale, welche auf dem Queckſilber ſchwimmt, das in einem Gefäße ſich befindet; ſtürze alsdenn über ſelbige einen großen gläſernen Cylinder, welcher luftdicht verſchloſſen werden kann. Hierauf entzünde man den Phosphor vermittelſt eines Brennglaſes an, er wird mit einer ſtarken Flamme ausbrechen, und mit vielem weißen Dampfe verbrennen; die Flamme wird jedoch nach und nach kleiner und verlöſcht zuletzt ganz, dabey ſteigt das Queckſilber in den Cylinder weiter in die Höhe, die weißen Dämpfe ſchlagen ſich auf der Oberfläche des Queckſilbers nieder in Geſtalt weißer Blumen, und hängt ſich zum Theil an den Wänden des Gefäßes. Iſt das Verbrennen des Phosphors gehörig von ſtatten gegangen, ſo verzehret 1 Gran Phosphor 3 Cubikzolle von der atmoſphäriſchen Luft, und der Rückſtand des Phosphors, nemlich die weißen Blumen wägen $1\frac{1}{2}$ Gran, welche einen ganz ſauren Geſchmack haben. Bey ganz genauen Verſuchen findet man, daß die Gewichtszunahme des rückſtändigen Phosphors gerade ſo viel beträgt,

trägt, als der verſchwundene Theil der Luft Gewicht gehabt hat. Die übrige Luft im Cylinder hat ganz die Natur der Stickluft.

2. Eben ſo erhalten Metalle, welche in einer beſtimmten Menge von Luft in Halbſäure verwandelt werden, eine Gewichtszunahme; ſo wird die Gewichtszunahme der Bley- und Zinnhalbſäure um 10 Procent größer; die rückſtändige Luft wird in Anſehung ihres Umfanges vermindert, und in Anſehung ihrer Natur verdorbener.

§. 669.

Aus dieſen Erfahrungen erhellet hinlänglich, daß das Feuer nur alsdenn aus den Körpern entwickelt und unterhalten werden könne, wenn vorher eine erhöhete Temperatur ſtatt hat, welche nach den verſchiedenen Körpern auch ſehr verſchieden iſt, und wenn der Zugang der reinen Luft ſtatt findet. Uebrigens haben noch ganz genaue Verſuche gelehret, daß, wenn bey dem Verfahren des vorigen §. n. 1. ſtatt der atmoſphäriſchen Luft ganz reine Lebensluft und eine hinlängliche Quantität Phosphor gebraucht wird, dieſe Lebensluft völlig verzehret werde.

§. 670.

Weil ſolchergeſtalt nur der ganz reine Theil der atmoſphäriſchen Luft als nothwendige Bedingung zur Unterhaltung des Feuers erforderlich iſt, dieſe aber nach dem Akt des Verbrennens den rückſtändigen Körper einen ſauren Geſchmack und eine Gewichtszunahme ertheilet, ſo ſieht man hieraus den Grund ein, warum dieſer Grundſtoff der Lebensluft von den Anhängern des neuern Syſtems der Chemie Sauerſtoff genennet wird. Es iſt alſo dieſer Stoff in der Natur wirklich vorhanden, und nicht etwa hypothetiſch angenommen. Nach den bisher angeführten iſt es begreiflich, daß während des Verbrennens eines verbrennlichen Körpers der Sauerſtoff ſich mit dem verbrennlichen

chen Körper verbinden und daher ſelbigen ſäuern müſſe. Hierbey laſſen ſich aber nun zwey Fälle gedenken, entweder wird dadurch allein der mit dem Sauerſtoffe verbundene Wärme- und Lichtſtoff, welcher vorher mit jenem als Lebensluft gebunden war, frey, oder es entwickelt ſich zugleich aus dem verbrennlichen Körper Wärme- und Lichtſtoff, woher die Flamme entſtehet. Das erſtere nimmt der Stifter des neuern Syſtems nebſt einigen von ſeinen Anhängern an, und verwerfen dieſe Meynung ganz, daß ſich zugleich aus dem verbrennlichen Körper Wärme- und Lichtſtoff entwickele. Das andere behaupten ſelbſt viele von denjenigen, welche das neuere Syſtem in den Hauptſätzen als wahr anerkannt haben, und meiner Meynung nach halte ich auch dieſes für richtiger. Aus den Lehren vom Wärme- und Lichtſtoff erhellet, daß viele Körper den Wärme- und Lichtſtoff chemiſch binden können, und dies ſcheint vorzüglich der Fall bey den verbrennlichen Körpern zu ſeyn. Nähme man das erſtere an, ſo würde man bey der Entſtehung des Feuers in Miſchungen von Säuren und Oelen u. d. g. keine Rechenſchaft geben können, wie bald mit mehreren gezeigt werden ſoll. Ob aber diejenigen, welche als Baſis der Lebensluft nicht den Sauerſtoff, ſondern noch einen unbekannten Stoff annehmen, mit Grunde behaupten können, daß die Säuerbildung des in der Lebensluft verbrannten Körpers aus einer eigenen ſauren Baſis deſſelben entſtehe, weil ſehr viele verbrannte Körper keine Spur einer ſauren Beſchaffenheit äuſſern, dies muß ganz der Chemie zur Entſcheidung überlaſſen werden. Ich erkläre alſo das Phänomen des Verbrennens auf folgende Art: Während des Verbrennens verbindet ſich wegen einer großen Verwandſchaft der Sauerſtoff der Lebensluft mit den verbrennlichen Körper, ſäuert ihn, und vermehrt das Gewicht deſſelben, dadurch wird aber der gebundene Licht- und

Wär-

Wärmeſtoff ſowohl der Lebensluft als des verbrennlichen Körpers frey, und bilden Feuer d. i. Wärme und Licht.

§. 671.

Es beſteht alſo das Verbrennen der Körper in der Zerlegung der Lebensluft, indem jene eine größere Verwandſchaft mit dem Sauerſtoffe als mit dem Wärme- und Lichtſtoffe haben. Dieſe Verwandſchaft findet jedoch nur bey einer gewiſſen Temperatur ſtatt, welche für verſchiedene Körper verſchieden iſt. Denn bey der gewöhnlichen Temperatur unſerer Atmoſphäre iſt der Sauerſtoff gewiſſermaaßen in einem Gleichgewichte, und es kann daher keine Verbrennung der Körper geben, wofern nicht die brennbaren Körper aus dem Gleichgewichte gebracht, folglich einer höhern Temperatur ausgeſetzt werden. Daher giebt es auch keine andern verbrennlichen Körper für uns als diejenigen, welche bey der gewöhnlichen Temperatur unſerer Atmoſphäre unverbrennlich ſind. Jedoch hat dieſer Satz bey den Selbſtentzündungen Ausnahmen.

§. 672.

Vermöge der Erfahrung verbrennen die verbrennlichen Körper entweder mit Flamme oder nur mit Glühen. Gewöhnlich erhebt ſich bey dem Verbrennen der Körper ein Rauch, welcher andere Körper, welche er berühret, und welche ihn abkühlen, mit Ruße überzieht. Der freygewordene Wärme- und Lichtſtoff reißt durch ſeine auſſerordentlich große expanſive Kraft die mehr flüchtigen und von jenen Stoffen aufgelöſeten Theilchen mit ſich fort, welche alsdenn natürlich durch Erkältung ſich abſetzen und den Ruß bilden. Daß aber dieſe flüchtigen Theile ſelbſt die Flamme verurſachten, indem ſie ſich erſt bey ihrer Verflüchtigung entzündeten, iſt weder wahrſcheinlich noch

noch erweißlich. Daß dieſe Theile, welche den Ruß ausmachen, von der Expanſivkraft des Feuers nur mit fortgeriſſen werden, wird dadurch noch wahrſcheinlicher, weil er bey baldiger Abkühlung die Fähigkeit behält, wieder entzündet zu werden; denn eben hierdurch kann ſich nicht aller Wärme- und Lichtſtoff entwickeln, welchen er enthält.

§. 673.

Bey dem Verbrennen verſchiedener Körper nimmt man eine auſſerordentliche Verſchiedenheit in der Farbe der Flamme gewahr. Ohne Zweifel rührt dieſe Farbe theils von dem durch die Flamme fortgeriſſenen Theilen, theils von dem verſchiedenen Verhältniſſe her, in welchen der Wärmeſtoff mit dem Lichtſtoffe vereiniget iſt. So brennt z. B. der Weingeiſt mit einer bläulichen Flamme, Kupfer mit einer grünen, Zink mit einer blendend weißgelblichten Flamme u. ſ. w. Wegen der verſchiedenen ungleichartigen Theile, welche die Flamme der verbrennlichen Körper mit fortreißt, kommt es auch, daß man das gewöhnliche Feuer bey den verbrennlichen Körpern durch ein vor das Geſicht gehaltenes Glas eine lange Zeit betrachten kann, ehe es dem Auge ſchmerzhaft wird, welches bey dem Sonnenfeuer nicht ſtatt findet, und in dieſer Rückſicht kann man ſagen, daß das Sonnenfeuer reiner als das Küchenfeuer ſey.

§. 674.

Vorzüglich merkwürdig ſind die Selbſtentzündungen verſchiedener Körper, und ſie verdienen zur Beſtätigung der vorgetragenen Theorie hier einer Erwähnung. Sie entſtehen durch fortgeſetztes Reiben der verbrennlichen Körper an einander, durch Gährungen und durch Vermiſchungen. Durch das Reiben der Körper an einander wird allem Vermuthen nach

das

das Gleichgewicht des in der Atmoſphäre befindlichen Sauerſtoffs aufgehoben, die reibenden Körper verbinden ſich folglich mit ſelbigem, dadurch wird anfänglich gebundener Wärmeſtoff frey, woher die fühlbare Wärme, bey anhaltenden Reiben wird das Gleichgewicht immer mehr aufgehoben, und die Körper brechen zuletzt in Flamme aus. Dies wird dadurch vorzüglich beſtätiget, weil die um die reibenden Körper herum befindliche Luft demſelben zuſtrömet. Weil aber auch im luftleeren Raume durch das Reiben der Körper an einander Wärme erzeuget wird, ſo folget auch daraus, daß bey dem Verbrennen der Körper nicht allein der Wärme- und Lichtſtoff aus der reinen Luft, ſondern auch aus dem verbrennlichen Körpern entwickelt werde. Eben dies findet auch bey den Gährungen ſtatt. Die merkwürdigſten Selbſtentzündungen der vermiſchten Maſſen ſind folgende:

1. Die Entzündung der Oele mit rauchenden Salpetergeiſte. Man nehme eine porzellanene Schaale, gieße in ſelbige ein Loth Terpentinöl, darauf ſchütte man alsdenn $\frac{1}{2}$ Loth Vitriolöl, und rühre das Gemiſche ſchnell um; endlich ſetze man hierzu ein Loth rauchenden Salpetergeiſt, ſo wird ſich die Vermiſchung ſogleich entzünden, und auf eine ziemliche Entfernung umherſpritzen. Um ſich nicht einiger Gefahr auszuſetzen, thut man wohl, das Gefäß, in welchem der rauchende Salpetergeiſt ſich befindet, an einen etwas langen Stock zu befeſtigen, nnd ſo in das Gemiſche des Oels und Vitriolöls entfernt zu ſchütten. Offenbar muß ſich hier der Sauerſtoff des Vitriolöls und des rauchenden Salpetergeiſtes ſehr ſchnell mit dem Oele, welches ſelbſt eine große Verwandſchaft mit dem Sauerſtoffe der Lebensluft hat, verbinden, unmöglich kann aber hier die Entwickelung des Wärme- und Lichtſtoffes der Lebensluft allein die Flamme bewirken.

2. Die Entzündung des Vitriolöls mit gebrannter Bittererde. Man thut etwa ein halb Loth friſch gebrannte Bittererde in eine Theetaſſe, und ſchüttet hiezu an

einem dunkeln Orte ein Loth Vitriolöl, ſo bemerket man ein wirkliches Glühen und Funkenwerfen.

3. Die Entzündungen geröſteter vegetabiliſcher und thieriſcher Subſtanzen wie z. B. der geröſteten Kleye, des geröſteten Mehls, der geröſteten Cichorienwurzeln, der mit Oel gekochten Kräuter u. ſ. w. Sehr viele dergleichen Beyſpiele von Selbſtentzündungen findet man in Herrn Buchholz Beytrag zur Geſchichte der Selbſtentzündungen und den ſogenannten Luftzündern; in Crells chemiſchen Annalen J. 1784. B. I. S. 411 und 483.

4. Die Entzündung des Pyrophorus oder des Luftzünders. Es läßt ſich dieſer überhaupt faſt aus allen Arten von organiſcher Materie mit gewiſſen Salzen vermiſcht durch eine gehörige Behandlung im Feuer gewinnen; am bequemſtem läßt er ſich aber vermittelſt des Alauns auf folgende Art verfertigen: man nimmt fünf Theile gebrannten Alaun und vermengt dieſen mit einem Theile Kohlenſtaube, thut dieſes fein geriebene Pulver in eine irdene Flaſche mit einer kleinen Oeffnung, ſetzt ſie in einen Tiegel mit Sand, und bringt dieſen ins Feuer. Man erhitzt nun alles ſtuffenweiſe bis zum Glühen der Flaſche, es werden aus ſelbiger ſchwefelichte Dünſte aufſteigen, welche ſich endlich entzünden und in einer bläulichen Flamme brennen. Mit dieſer Operation fährt man ſo lange fort, bis ſich keine Flamme an der Oeffnung der Flaſche mehr zeigt, alsdenn iſt der Pyrophorus fertig. Man verſtopft nun die Flaſche genau und läßt denſelben allmählig erkalten. Dieſer Pyrophorus entzündet ſich an der freyen Luft, zumal wenn ſie feucht iſt, von ſelbſt, und verbrennt mit einem Schwefelgeruche.

§. 675.

Wenn bey dem Verbrennen eines verbrennlichen Körpers oder einer Miſchung ſich zugleich bey der Erhitzung luftförmige Stoffe erzeugen, welche ſchnell entwickelt werden, ſo iſt die Entzündung ſelbſt mit einem Knall begleitet, wie z. B. beym Schießpulver, bey dem Verpuffen des Salpeters, bey dem Knallgolde, Knallſilber u. d. g.

Anmerk.

Anmerk. Es würde ganz wider den Zweck eines Lehrbuchs ſeyn, die verſchiedenen Theorien des Feuers hier zu prüfen; man findet die vorzüglichſten in folgender Schrift: Kurze Darſtellung der vorzüglichſten Theorien des Feuers, deſſen Wirkungen und verſchiedenen Verbindungen von W. A. E. Lampadius. Göttingen 1793. 8. Auch kann man hiervon noch nachleſen Gehlers phyſikaliſch. Wörterbuch. Th. V. S. 906. u. f.

Neuntes Kapitel.

Von der elektriſchen Materie.

§. 676.

Wenn eine ganz trockne Glasröhre mit einem wollenen Lappen oder mit der trockenen Hand gerieben wird, und man nähert ſich alsdenn mit ſelbiger zarten Körpern, als Sägenſpäne, Schnupftaback, Bärlappſaamen, kleinen Stückchen Papier, Goldblättchen, Eiſenfeil u. d. g. ſo werden dieſe von der Glasröhre angezogen, nachher aber wieder zurückgeſtoßen. Eben dieſe Erfolge zeigen ſich bey noch verſchiedenen andern auf dieſe Art geriebenen Körpern, als z. B. bey einer Stange Siegellack, bey einer Stange Schwefel, beym Bernſtein, beym Pech u. d. g. Iſt die Glasröhre hinlänglich groß, und genugſam gerieben worden, ſo giebt ſie nahe am Geſichte langſam bewegt demſelben eine Empfindung, als wenn es mit Spinnweben überzogen würde, und dabey ſteigen die Haare empor und werden von der Röhre angezogen, und ſodann wieder

abgeſtoßen. Alle dieſe Erſcheinungen werden noch viel auffallender, wenn eine Glasſcheibe oder auch ein Glascylinder vermittelſt einer mechaniſchen Anordnung in einen ſchnellen Umlauf gebracht, und an einen trockenen weichen Körper als Flanell, Goldpapier, Taffet, Leder u. d. g. gerieben werden kann. Man empfindet alsdenn zugleich einen etwas ſüßlichen Geruch, welcher dem Urinphosphor ähnlich iſt, und wenn die Spitze des Fingers oder ein Knöchel nahe genug an die Glasſcheibe oder den Glascylinder gebracht wird, ſo bricht ein im Finger ſtechender und kniſternder Funke hervor. Diejenigen Körper, welche in einen ſolchen Zuſtand ſind verſetzet worden, daß ſie alle dieſe Erſcheinungen geben, nennt man **elektriſiret**, und die Eigenſchaft, welche dieſe Körper durch das Reiben erhalten, **Elektricität**. Oftmals verſteht man auch unter der Elektricität die Urſache ſelbſt, welche dieſe Phänomene bey den elektriſchen Körpern hervorbringt, und **elektriſche Phänomene** genennet werden, die hier aber **elektriſche Materie** heißen ſoll. **Elektriſche Körper** nennt man diejenigen, welche die Elektricität beſitzen, und Körper **elektriſiren**, ſie in den Zuſtand verſetzen, daß ſie die elektriſchen Erſcheinungen liefern.

§. 677.

Wenn ein hinlänglich ſtarker metallener Draht, welcher an dem Ende nicht zu ſpitz ſondern gehörig abgerundet iſt, und auf einem gläſernen Fußgeſtelle ſich befindet, oder auch an ſeidenen Fäden aufgehänget iſt, an eine genugſam elektriſirte Glasſcheibe oder an einen Glascylinder nahe genug gebracht wird, ſo entſtehet ebenfalls wie bey dem Finger ein kniſternder Funke, und der Draht zeigt alle elektriſche Erſcheinungen oder iſt elektriſiret. Setzt man aber an die Stelle eines Drahtes eine ſeidene Schnure, oder einen

andern Glascylinder, oder eine Stange Siegellack, oder eine Stange Schwefel u. d. g. ſo wird ſich keine Spur von Elektricität zeigen, wenn gleich die Scheibe oder der Glascylinder elektriſiret iſt. Demnach wird auch ſelbſt ein Metalldraht, welcher an dem einen Ende mit einer ſeidenen Schnur befeſtiget iſt, die aber mit dem andern Ende mit der elektriſirten Glasſcheibe in Berührung iſt, gar keine elektriſche Spur zeigen.

§. 678.

Wenn noch vor dem Reiben einer Glasſcheibe oder eines Glascylinders ein metallener Draht unmittelbar in der Nähe gebracht oder auch damit verbunden, und der Draht entweder mit dem Boden in Verbindung iſt, oder von einer Perſon mit der Hand gehalten wird, oder auch ſonſt mit einem andern Körper in Berührung iſt, ſo wird der Draht gar keine elektriſchen Erſcheinungen mehr geben, wenn die Glasſcheibe oder der Glascylinder durchs Reiben elektriſiret wird. Auch wenn eine metallene Röhre eben ſo wie eine gläſerne in der Hand gerieben wird, ſo zeiget dieſe keine elektriſchen Eigenſchaften wie die gläſerne Röhre.

§. 679.

Dieſen Erfahrungen gemäß giebt es alſo Körper, welche die Elektricität von elektriſirten Körpern, die in ihrer Nähe ſind oder ſie berühren, annehmen, und durch die Mittheilung elektriſiret werden. Es muß aber dieſe mitgetheilte Elektricität von der urſprünglichen, welche durch das Reiben oder auf andere Art unmittelbar entſtehet, unterſchieden werden. Ferner giebt es aber auch Körper, welche in der Nähe oder bey der Berührung elektriſirter Körper nicht merklich elektriſiret werden, wie z. B. eine ſeidene Schnur, Siegellack, Pech u. d. g. Die erſten Kör-

per, welche die Elektricität eines elektriſirten Körpers in der Nähe oder bey der Berührung aufnehmen, heißen Leiter der Elektricität; die andern Körper aber, welche die Elektricität nicht merklich aufnehmen, heißen Nichtleiter der Elektricität. Weil ſolchergeſtalt diejenigen Körper, welche durch die Mittheilung elektriſirter Körper elektriſiret werden, und auf dieſe Art ſelbige fortpflanzen, nach der gewöhnlichen Art durchs Reiben aber keine merkliche Elaſticität zeigen, ſo hat man ſie in unelektriſche Körper eingetheilet, da im Gegentheil diejenigen, welche durchs Reiben oder ſonſt auf eine andere Art merklich elektriſiret werden, elektriſche Körper genennet werden.

§. 680.

Die Eintheilung der Körper in elektriſche und unelektriſche iſt eigentlich an und für ſich nicht richtig; denn es giebt Mittel, diejenigen Körper, welche man ſonſt unelektriſche nennt, durchs Reiben zu elektriſiren, wenn ihnen nur die dadurch entſtandene Elektricität durch angränzende Körper nicht entzogen werden kann. Auch hat man jetzt Elektriſirmaſchinen von Metall. M. ſ. Joh. Conr. Gütle Beſchreibung verſchiedener Elektriſirmaſchinen. Leipz. u. Nürnb. 1790. 8. S. 117. ff. Ueberhaupt lehret die Erfahrung, daß es weder einen vollkommnen elektriſchen Körper, noch einen vollkommnen unelektriſchen Körper gebe, indem man noch keinen Körper kennt, welcher die elektriſche Materie durch ſeine ganze Maſſe nicht verbreitete, aber auch keinen, welcher durchs Reiben gar nicht elektriſiret werden könnte. Es beſitzen alſo die elektriſchen Körper die Eigenſchaft, die elektriſche Materie mehr oder weniger zu leiten, ſo wie die Leiter die Eigenſchaft beſitzen, mehr oder weniger elektriſiret zu werden. Es giebt auch Körper, welche ſich bald als Leiter bald als Nichtleiter verhalten, ohne daß in ihnen eine

eine Veränderung vorginge; dergleichen Körper nennt Herr Volta Halbleiter, wie z. B. trocknes Holz, trockner Marmor u. d. g. Auch kann ein Körper, welcher unter gewiſſen Umſtänden ein Leiter iſt, unter andern Umſtänden ein Nichtleiter werden. So ſind z. B. kochendes Pech, ſiedende Oele, glühendes Glas u. ſ. Leiter, welche bey der gewöhnlichen Temperatur unſerer Atmoſphäre ſonſt Nichtleiter ſind. Eben ſo wird die Luft, welche ſonſt bey der gewöhnlichen Dichtigkeit des Dunſtkreiſes im trockenen Zuſtande ein Nichtleiter iſt, bey abnehmender Dichtigkeit und auch im feuchten Zuſtande mehr leitend. Indeſſen hat es doch ſeine Richtigkeit, daß verſchiedene Körper durchs Reiben weit geſchwinder und leichter und merklicher eine Elektricität zeigen, welche ſie nicht ſo leicht fortleiten, und ſelbſt an den Stellen, welche nicht gerieben werden, nicht ſo geſchwind verbreiten, als in verſchiedenen andern Körpern; und in dieſer Rückſicht kann man auch jene Körper als Nichtleiter, und dieſe als Leiter betrachten, um ſie gehörig von einander zu unterſcheiden.

§. 681.

Die vornehmſten elektriſchen Körper oder Nichtleiter ſind: Glas, Bernſtein, Schwefel, alle Erdharze alle Edelſteine, alle Harze beſonders das Colophonium, Gummilack, Pech, Copal, Federharz, Porzellan, Haare, Federn, Wolle, trockene Baumwolle, Seide, Wachs, trockenes Elfenbein, die Knochen der Thiere, die milden und ätheriſchen Oele, trockenes Holz, Metallhalbſäuren, das Eis von 13 Grad unter ° nach Fahrenh. und die trockene Luft. Zu den vorzüglichſten unelektriſchen Körpern oder Leitern gehören: alle reguliniſche Metalle, alle Salzauflöſungen, das Waſſer, der Weingeiſt, der Aether, die feuchte Luft und das feuchte Holz, der Nebel, der Rauch, alle

wäſſerichte Säfte der Pflanzen und Thiere, thieriſche und vegetabiliſche Kohlen und unſere Erde.

§. 682.

Alle elektriſche Erſcheinungen, welche bisher ſind angegeben worden, und noch weit mehrere, die noch in der Folge angegeben werden, laſſen ſich am beſten durch die ſogenannten Elektriſirmaſchinen zeigen. Zu den weſentlichen Theilen derſelben gehören 1. ein elektriſcher Körper, welcher durch eine bequeme mechaniſche Einrichtung zu einem ſchnellen Umlauf gebracht, und durch das Reiben an einem andern Körper ſtark und anhaltend elektriſiret werden kann. 2. Das Reibzeug ſelbſt, durch welches beym ſchnellen Umlauf des elektriſchen Körpers derſelbe die Elektricität erhält und 3. der erſte Leiter, oder Hauptleiter, oft auch blos der Conduktor der Maſchine, welchem die im elektriſchen Körper durchs Reiben am Reibzeuge erhaltene Elektricität mitgetheilet wird; dieſerwegen muß er auch von andern Leitern abgeſondert d. h. iſoliret ſeyn. Er berührt zwar nicht unmittelbar den geriebenen elektriſchen Körper, ſondern ſteht nur denſelben nahe, wird aber doch vermöge der Erfahrung elektriſiret, wenn er nur iſoliret iſt. Warum dieſer Conduktor weſentlich bey jeder Elektriſirmaſchine erfordert wird, wird aus folgenden erhellen.

§. 683.

Ohnerachtet es viele elektriſche Körper giebt, welche durchs Reiben die Elektricität empfangen, und andern Körpern mittheilen, ſo hat man doch bey den Elektriſirmaſchinen das Glas am bequemſten gefunden. Nach den Vorſchlägen verſchiedener Naturforſcher hat es entweder die Geſtalt einer Kugel (Kugelmaſchinen), oder eines Cylinders (Cylindermaſchinen)

oder

oder einer Scheibe (Scheibenmaſchine). Alle dieſe elektriſchen Körper müſſen alsdenn vermittelſt einer bequemen mechaniſchen Vorrichtung in einen ſchnellen Umlauf gebracht, und an einem Reibzeuge gerieben werden können. Die Glaskugeln oder Glascylinder, welche man zu den Elektriſirmaſchinen gebraucht, werden an beyden Seiten in eine hölzerne oder auch meſſingene Büchſe gekuttet. Gewöhnlich beſteht der Kütt aus einem Theile Pech und einem Theile Wachs und einem halben Theile rothen Ocker. Die metallene Achſe, an welcher die Kugeln oder Cylinder in Umlauf gebracht werden, muß nicht durch ſie hindurchgehen wegen der zu ſtarken Leitung der Elektricität. Weil aber die in den Kugeln oder Cylindern eingeſchloſſene Luft bey der durchs Reiben verurſachten Wärme ausgedehnet, und daher Urſache ſeyn würde, daß dieſelben zerſpringen könnten, ſo iſt es rathſam, in der Büchſe ein Loch anzubringen, damit die Luft einen Aus- und Eingang habe. Hierdurch wird aber auch auf der andern Seite Anlaß gegeben, daß durch die Oeffnung Feuchtigkeit eindringe, und ſich an den innern Wänden der Kugeln und Cylinder anlege, wodurch die Elektricität ungemein geſchwächt würde; aus dieſem Grunde überzieht man das Glas inwendig mit einer harzigen Materie.

§. 684.

Bey den Glasmaſchinen gebraucht man zum Reibzeuge lederne Kiſſen vom rothen Carduan, welche mit Haaren ausgeſtopft, auch wohl noch mit Goldpapier überzogen ſind. Hierbey würde es vortheilhaft ſeyn, das Leder an der innern Seite zu übergulden oder mit Stanniol zu überziehen, und die Haare mit Stückchen Knittergold zu untermiſchen, auch ſelbſt den Rücken des Kiſſens, wenn er vom Holze iſt, mit Stanniol zu überlegen. Auf das

Leder wird endlich noch eine Materie geſtreuet, oder in ſelbiges eingerieben. Vermöge der Erfahrung hat man hierzu am beſten das Muſſivgold gefunden (§. 343. n. 6.). Auch hat man hierzu folgendes Amalgama ſehr gut befunden: Man ſchmelzt 5 Theile Zink, gießt alsdenn einen Theil Queckſilber dazu, entfernt das Gefäß vom Feuer, und rührt alles wohl unter einander. Von dieſem Amalgama reibt man etwas in einem Mörſel ſehr fein, und mit etwas Talg zuſammen, und trägt es auf das Leder. Für die beſte Materie, welche hierzu gebraucht wird, hält man jetzt das Kienmayerſche Amalgama, welches aus 2 Theilen Queckſilber, 1 Theile gereinigten Zink und 1 Theile Zinn beſtehet; man ſchmelzt nemlich das Zink und das Zinn zuſammen, gießt alsdenn das Queckſilber, ehe noch jene Miſchung erkaltet iſt, dazu, und rührt es gewöhnlich um. Statt der ledernen Kiſſen hat D. Nooth bey den Cylindermaſchinen ein dünnes mit Pferdehaaren ausgeſtopftes ſeidenes Kiſſen vorgeſchlagen, welches auf einmal etwa den vierten Theil der Oberfläche des Cylinders berühret. Dieſes Kiſſen iſt mit ſeidenen Schnüren an ein nach der Krümmung des Cylinders eingerichtetes Holz gebunden; an das äuſſere Ende dieſes Holzes wird ein Leder befeſtiget, welches das Kiſſen ſo bedeckt, daß das Leder zwiſchen dem Cylinder und das Kiſſen zu liegen kömmt; überdem wird noch an dem obern Ende des Kiſſens ein Stück Wachstaffet angebracht, das als Ueberſchlaglappen oben über den Cylinder gelegt wird. Um nun das Kiſſen feſt an den Cylinder anzudrücken, dienen entweder ein Paar Stahlfedern oder ſeidene Schnuren oder andere Einrichtungen. Sehr vortheilhaft iſt es noch, das Reibzeug ſelbſt zu iſoliren, welches am beſten geſchehen kann, wenn das Bret, an welchem das Kiſſen ſich befindet, auf eine hinlänglich ſtarke

gläſer-

gläſerne Röhre befeſtiget, auch wohl ſelbige ſelbſt mit Pech oder Siegellack ausgegoſſen und überzogen wird. Dieſes Iſoliren an dem Reibzeuge wird alsdenn dadurch aufgehoben, daß an dem Leder ein Draht hängt, welcher bis zur Erde reichet. M. ſ. Cavallo vollſtänd. Abhandlung der theoret. und praktiſchen Lehre von der Elektricität, aus dem Engliſchen.

§. 685.

Der Conduktor oder erſte Leiter iſt ein blecherner Cylinder, welcher an dem einen Ende mit einem ſogenannten Kamme oder Collektor, Zuleiter verſehen iſt, der mit ſeinen Spitzen gegen den elektriſchen Cylinder gerichtet iſt, um die Elektricität einzuſaugen. Der Conduktor muß übrigens aufs genaueſte abgerundet ſeyn, und gar keine ſcharfen Ecken beſitzen, damit keine Elektricität aus ſelbigem ausſtröme und verloren gehe. Auch befeſtiget man wohl an den beyden Enden deſſelben ein Paar Kugeln und überziehet alles auſſer dem Zuleiter mit Siegellack oder ſonſt mit einem rothen Firniß. Weil dieſer erſte Leiter dazu dienen ſoll, die durch Reiben erregte Elektricität aufzunehmen, ſo muß er nothwendig iſoliret ſeyn. Aus dieſem Grunde werden an ſelbigen ein Paar meſſingene Büchſen angelöthet, welche auf hinlänglich feſte gläſerne Füße, die ebenfalls mit Siegellack oder einem Firniß überzogen und ausgegoſſen ſind, gekúttet werden. Es iſt auch wohl gewöhnlich, daß dieſer erſte Conduktor an ſeidenen Schnüren aufgehängt wird; allein wegen des Hin- und Herſchwankens iſt es nicht ſo bequem, als wenn er auf Glasfüßen befeſtiget iſt. Sehr große Leiter werden auch aus Pappe gemacht, welche aber alsdenn mit Stanniol überzogen werden müſſen.

§. 636.

Die Kugel- und Cylindermaſchinen ſind zur Erregung der Elektricität zuerſt gebraucht worden. So bediente ſich ſchon Otto von Guericke einer Schwefelkugel, welche er vermittelſt einer Kurbel in Umlauf brachte. Nachher brauchte man Glaskugeln und Glascylinder, welche durch verſchiedene mechaniſche Vorrichtungen in eine Umlaufsbewegung gebracht wurden. Dieſe Glaskugel- und Cylindermaſchinen dauerten eine geraume Zeit, wurden aber doch von den Glasſcheibenmaſchinen verdrängt, bis endlich in den neuern Zeiten dieſe wieder aus der Mode gekommen, und dafür wieder die Cylindermaſchinen geſetzt ſind. Die vorzüglichſten Elektriſirmaſchinen, welche zum Theil im Gebrauch geweſen, theils aber auch noch ſind, ſind folgende:

1. Die Glasſcheibenmaſchine des D. Ingenhouß, welche ein Künſtler Ramsden in London mit vielem Beyfall verfertigte, und ſich ſelbſt als den Erfinder ausgab. Nach einer Nachricht in der allgemeinen deutſchen Bibliothek Anhang zum 13 — 24 Band 4te Abtheilung S. 549. aber iſt weder Ingenhouß noch Ramsden der Erfinder der Scheibenmaſchine, ſondern vielmehr Planta Stifter und Direktor des Haldenſteiniſchen Seminariums. M. ſ. Ingenhouß vermiſchte Schriften, herausgegeben von Molitor. 2te Aufl. Wien 1784. gr. 8. B. I. S. 172. u. f. Umſtändlich iſt dieſe Maſchine beſchrieben von dem Hofmechanikus Schmidt in Jena. Beſchreibung einer Elektriſirmaſchine und deren Gebrauch. Jena 1773. 4. und von d'Inarre: von der Elektricität. I. Theil. Frankf. 1787. 8. S. 23. u. f.

2. Die Glasſcheibenmaſchine mit doppelten Scheiben von Cuthbertſon in Amſterdam. M. ſ. Joh. Cuthbertſons Abhandlung von der Elektricität, nebſt einer genauen Beſchreibung der dahin gehörigen Werkzeuge und Verſuche, a. d. Holländ. Leipzig 1786. 8. S. 15. f. Eine der größten Maſchinen dieſer Art iſt die im Teyleriſchen Muſäum zu Haarlem befindliche. M. ſ. Beſchreibung einer ungemein großen Elektriſirmaſchine und

der

der damit im Teyleriſchen Muſäum angeſtellten Verſuche von Mart. van Marum, a. d. Holländ. Leipzig 1788. 4.

3. Die Glasſcheibenmaſchine des Herrn van Marum mit den Verbeſſerungen des Reibezeuges. M. ſ. Herrn van Marum Beſchreibung einer neuen und einfachen Elektriſirmaſchine, aus einem franzöſ. Schreiben an Herrn J. Ingenhouß. Haarlem 1791. in Lichtenbergs Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſch. VII. B.. 4tes Stück S. 46. u. f. und in Grens Journal der Phyſik B. IV. S. 3. u. f.

4. Die Glasſcheibenmaſchine des Herrn Sigaud de la Fond. M. ſ. Journal de Paris 1788. no. 62. Sie iſt weſentlich verbeſſert beſchrieben von Hr. Wildt in Lichtenbergs Magazin für das Neueſte aus d. Phyſik u. Naturgeſch. VII. B. 4tes Stück S. 77. u. f.

5. Die Glascylindermaſchine des Herrn Cavallo, welche ſich wegen der Einfachheit und Bequemlichkeit vorzüglich empfiehlt. M. ſ. Vollſtändige Abhandlung der theoretiſchen und praktiſchen Elektricität nebſt einigen Verſuchen von Tiberius Cavallo, a. d. Engl. 1783. 8.

6. Die Cylindermaſchine aus ſchwarzen wollenen glatten Zeuge, welches ſich am Katzenfelle reibt, des Herrn Lichtenbergs. M. ſ. deſſen Magazin für d. Neueſte a. d. Phyſ. B. I. S. 83.

Beyträge zur Geſchichte der Elektriſirmaſchinen und der dazu gebrauchten Körper findet man in Herrn **Bohnenbergers** Beſchreibung einiger Elektriſirmaſchinen und elektriſcher Verſuche. Stuttgardt 1783. 8. mit Fortſetzung bis 1791.

§. 687.

Die elektriſchen Körper, in welchen die Elektricität vermittelſt des Reibens entwickelt wird, vertheilen dieſelbe nicht ſogleich in der ganzen Maſſe, wie Leiter, und heißen daher auch **urſprünglich elektriſche Körper, idioelektriſche Körper** (corpora idioelectrica). Sobald ein ſolcher elektriſcher Kör-

per

per elektriſiret worden, ſo verliert er ſeine Elektricität nur durch eine wiederholte Berührung mit einem Leiter, und die Stelle der Berührung allein iſt dem Verluſt der Elektricität ausgeſetzet. Wird ein elektriſirter iſolirter Leiter, wie der Conduktor an einer Elektriſirmaſchine einem Nichtleiter nahe oder mit ihm in Berührung gebracht, ſo entzieht dieſer dem iſolirten Leiter wenig oder gar keine Elektricität; ſoll jedoch die Elektricität des elektriſirten iſolirten Leiters dem Nichtleiter mitgetheilet werden, ſo muß dieſer mit jenem an mehreren Stellen in Berührung kommen, und demungeachtet wird keine ſtarke Elektricität an ſelbigem bemerkt. Wenn im Gegentheil ein iſolirter Leiter in die Nähe eines urſprünglich elektriſirten Nichtleiters oder mit ſelbigem in Berührung gebracht wird, ſo nimmt der iſolirte Leiter die Elektricität auf, und vertheilet ſich in einem Augenblicke in der ganzen Oberfläche deſſelben, und wird dadurch ebenfalls elektriſiret, wie der erſte Leiter an der Elektriſirmaſchine. Es theilet alſo der urſprünglich elektriſirte Körper dem iſolirten Leiter die elektriſche Kraft mit, und heißt daher auch ſymperielektriſcher Körper (corpus ſymperielectricum). Obgleich das Reiben das vorzügliche Mittel iſt, die urſprünglich elektriſchen Körper zu elektriſiren, ſo lehrt doch die Erfahrung, daß es nicht das einzige iſt. In verſchiedenen Nichtleitern wird auch die Elektricität durchs Schmelzen und Erkalten, durch Auflöſungen, welche mit Aufbrauſen geſchehen, durch Ausdünſtungen und durchs Erwärmen und Abkühlen des Turmalins und ſehr vieler Edelgeſteine erreget.

§. 688.

Weil ſolchergeſtalt die iſolirten Leiter, wie der erſte Leiter an der Elektriſirmaſchine, die Elektricität des urſprünglich elektriſirten Körpers einſauget, ſo

muß

muß ſie nun auch alle nur mögliche elektriſche Erſcheinungen liefern. Wird aber ein ſolcher elektriſirter iſolirter Leiter an irgend einer Stelle berühret, ſo verliert er auch ſeine Elektricität auf einmal und ganz. Iſt derjenige Leiter, welcher dem elektriſirten iſolirten Leiter die Elektricität entweder durch Berührung oder dadurch beraubet, daß er denſelben nahe genug gebracht wird, an dieſer Seite abgerundet, wie etwa der Knöchel eines Fingers bey einen Menſchen, ſo entſteht ein Funke, welcher nach der verſchiedenen Stärke der Elektricität mit einem größern oder geringern Knalle oder Kniſtern ſichtbar hervorbricht. Die Entfernung, in welche dieſer elektriſche Knall aus dem elektriſirten Körper von einem Leiter gleichſam herausgelockt wird, nennt man die Schlagweite, und ſie hängt natürlich von der größern oder geringern Elektricität in dem elektriſchen Körper ab. Zur Verſtärkung der Elektricität in den zu elektriſirenden Körpern kömmt es auch noch vorzüglich auf die Beſchaffenheit der atmoſphäriſchen Luft an. In der trocknen Luft wird die Stärke der Elektricität in den zu elektriſirenden Körpern ungleich größer als in einer feuchten, indem die trockne Luft ein beſſerer Nichtleiter als die feuchte Luft iſt. Daher kommt es auch, daß die elektriſchen Verſuche bey feuchter Witterung lange nicht ſo gut von ſtatten gehen, als bey trockener, und in ſehr warmen Zimmern ſo wie in ſolchen, die viele Perſonen enthalten, laſſen ſich oft gar keine elektriſche Verſuche anſtellen.

§. 689.

Wenn der Leiter, welcher aus einem elektriſirten iſolirten Leiter, einen Funken herauslockt, ſelbſt iſoliret iſt, ſo vertheilet ſich ſogleich die Elektricität in der ganzen Oberfläche deſſelben; iſt er aber nicht iſoliret, ſo zeigt auch weder er, noch der elektriſirt-geweſene Leiter

eine

eine Spur von Elektricität. Würde ferner von einem Leiter ein Funke aus einem elektriſirten Nichtleiter gelockt, ſo iſt der Schlag lange nicht ſo ſtark, und die Schlagweite nicht ſo groß, als bey einem elektriſirten iſolirten Leiter. Hieraus ſieht man die Nothwendigkeit des erſten Leiters bey einer Elektriſirmaſchine, um dadurch die Elektricität verſtärkt zu erhalten. Wäre der Leiter mit einer Spitze verſehen, welche dem elektriſirten iſolirten Leiter nahe gebracht wird, ſo geſchiehet kein Schlag und kein Funke, ſondern man bemerkt im Dunkeln einen elektriſchen überſtrömenden Büſchel, welcher mit einem Geräuſche verbunden iſt, wenn die Elektricität nicht zu ſchwach iſt. Hierbey iſt zugleich die Entfernung des Ueberganges der Elektricität in den zugeſpitzten Leiter größer, als in den abgerundeten, bey welchen allemal ein Funke und ein Schlag ſtatt hat; ja es kann dieſe Entfernung bey einer beträchtlich ſtarken Elektricität ziemlich groß werden. Hieraus iſt es alſo begreiflich, daß man von dem Conduktor der Elektriſirmaſchine ſpitzige Gegenſtände ſo viel als möglich zu entfernen habe, damit ſelbiger in einem hohen Grade elektriſch gemacht werden könne. Nähert man ſich mit der ebenen Fläche eines leitenden ebenen Körpers dem elektriſirten Körper, ſo muß man jene demſelben ſchon ſehr nahe bringen, wenn eine Mittheilung der Elektricität ſtatt finden ſoll, und ſie geſchiehet alsdenn doch nur an den Erhabenheiten der ebenen Flächen.

§. 690.

So wie die Geſtalt der Leiter auf die leichte Mittheilung der Elektricität und der Entfernung von dem elektriſirten Körper einen ſehr großen Einfluß hat, ſo hat ihn auch die Geſtalt der elektriſirten Körper auf das Ausſtrömen der Elektricität. Wenn die elektriſirten Körper mit Spitzen verſehen ſind, ſo ſtrömt

die

die Elektricität aus ſelbigen weit ſchneller und leichter, als wenn ſie allenthalben völlig zugerundet ſind. Es kann daher ein mit Spitzen verſehener iſolirter Körper nie ſo ſtark elektriſiret werden, als derjenige, welcher an ſeiner Oberfläche keine ſolche Erhöhungen hat. Hierin liegt auch der Grund, warum der Conduktor bey den Elektriſirmaſchinen keine Ecken beſitzen, ſondern allenthalben abgerundet ſeyn muß. Wird ein zugeſpitzter iſolirter Leiter elektriſiret, ſo nimmt man das Ausſtrömen der Elektricität aus ſelbiger ſelbſt durchs Gefühl wahr, indem ein Blaſen bemerkt wird, welches von der Spitze herkommt.

§. 691.

Will man alle bisher angegebene Erfahrungen durch Verſuche an einer Elektriſirmaſchine zeigen, ſo wird es am rathſamſten ſeyn, dieſe bey einer trockenen nicht zu warmen Luft und in einem geräumigen Zimmer anzuſtellen. Folgende Verſuche werden alles bisher Geſagte aufs vollkommenſte beſtätigen:

1. Wenn in einiger Entfernung unter dem Conduktor leichte Körper, als ein Stückchen Papier, ein Stückchen Knittergold, eine leichte Feder u. d. g. in der Hand gehalten werden, ſo werden ſie anfänglich von dem Conduktor angezogen, ſodann aber wieder ab, hierauf aber wieder an, und ſo wechſelſeitig fort.

2. Wenn an einer ſeidenen Schnur kleine Korkkügelchen befeſtiget ſind, und dieſe werden ſchwebend an den Conduktor gebracht, ſo zieht der Conduktor ſie anfänglich an, ſtößt ſie aber hernach wieder ab, und zieht ſie alsdenn nicht mehr an. Befinden ſich im Gegentheil die kleinen Korkkügelchen an einem Zwirnsfaden, und werden ſchwebend zum Conduktor gebracht, ſo zieht dieſer ſelbige an, ſtößt ſie aber nicht zurück.

3. Wird eine metallene Kette an ſeidenen Schnüren aufgehangt, und es kommt das eine Ende derſelben nahe am Conduktor, ſo daß ein Funke entſtehet, ſo wird der ganze Metalldraht elektriſiret. Eben dies findet ſtatt,

wenn

wenn der Metalldraht mit dem Conduktur in unmittelbarer Berührung iſt. Wenn aber mit dem Conduktor eine ſeidene Schnur unmittelbar verbunden, und mit dem andern Ende derſelben die metallene Kette, ſo wird die Kette keine Spur von Elektricität zeigen.

4. Wenn ein abgerundeter metallener Körper oder der Knöchel eines Fingers dem Conduktor nahe gebracht wird, ſo entſteht ein Funken mit einem Schlag, und man bemerkt im Knöchel ein Stechen. Wäre der metallene Körper ſelbſt iſolirt, ſo zeiget er alsdenn Spuren der Elektricität, auſſerdem aber nicht.

5. Wenn ein Metalldraht nicht allein mit dem Conduktor in unmittelbarer Verbindung iſt, ſondern auch mit einem andern leitenden nicht iſolirten Körper z. B. mit dem Fußboden, oder wird mit der Hand einer auf dem Boden ſtehenden Perſon gehalten, ſo zeigt weder der Conduktor noch der Metalldraht einige Elektricität.

6. Wenn eine Perſon auf einem iſolirten Seſſel ſitzt ohne mit dem Fußboden in Berührung zu kommen, in der Hand aber einen meſſingenen Draht, welcher mit dem Conduktor in unmittelbarer Berührung iſt, hält, ſo giebt die Perſon in allen ihren Theilen elektriſche Erſcheinungen von ſich. Es können alſo aus ihr Funken gelocket werden, wobey ſie ein Stechen empfindet.

7. Wenn leichte Körper, wie z. B. Sägeſpäne, Korkkügelchen u. ſ. auf einer Glasplatte unter dem Conduktor demſelben nahe gebracht werden, ſo werden ſie zwar anfänglich von ſelbigem angezogen, hernach aber wieder abgeſtoßen, alsdenn nicht wieder angezogen.

8. Wenn einer elektriſirten Glaskugel oder einem elektriſirten Cylinder Leiter nahe gebracht werden, ſo verliert jene oder jener nicht ſogleich in einem Augenblicke die Elektricität ſondern nach und nach.

9. Wenn ein ſpitziger leitender Körper dem Conduktor nahe gebracht wird, ſo ſieht man im Dunkeln einen Feuerbüſchel, welcher bey ſtarker Elektricität mit einem Geräuſche verknüpft iſt, und der Conduktor verliert ſeine Elektricität ſehr bald.

10. Wenn ſich eine Spitze auf dem Conduktor befindet, ſo ſtrömt aus ſelbiger die Elektricität fühlbar wie das Blaſen von einem Winde, dabey wird zugleich die

Elektricität des Conduktors geſchwächt, und ein Leiter an ſelbigen gebracht kann keine Funken herauslocken.

11. Hieher gehören auch noch verſchiedene elektriſche Spielwerke, als die elektriſche Spinne, der elektriſche Bratenwender, der elektriſche Schütze, der Tanz der elektriſchen Puppen, das elektriſche Rad, das elektriſche Glokkenſpiel u. d. g. unzählige Dinge.

M. ſ. Cavallo angeführte Schrift und Adams Verſuche über die Elektricität, a. d. Engl. Leipzig 1785. 8.

§. 692.

Alle die elektriſchen Erſcheinungen finden auch im luftleeren Raume ſtatt, und wenn unter der Glocke einer Luftpumpe, worin die Luft ziemlich verdünnet worden, ein elektriſcher Feuerbüſchel hineinſtrömet, ſo leitet nun die verdünnte Luft ſehr ſtark, und giebt darin ein ſehr ausgebreitetes Licht, welches im Dunkeln einen hellen Glanz hat. Nimmt man eine Glaskugel, pumpt die Luft aus ſelbiger, und gebraucht ſie nun als elektriſchen Körper an einer Elektriſirmaſchine, ſo wird ſie im Dunkeln überall mit hellem Lichte erfüllt erſcheinen. Daher zeigt auch eine gläſerne luftleere Röhre gerieben ein Licht, welches dem Wetterleuchten ähnlich iſt. Das Leuchten der Barometer muß ebenfalls daher geleitet werden.

§. 693.

Bey ſehr vielen Körpern, vorzüglich bey ſolchen, welche leicht entzündet werden können, hat der elektriſche Funke die Kraft des Feuers. So wird z. B. Weingeiſt, beſonders der Aether, brennbare Luft, Schießpulver u. d. g. von einem elektriſchen Funken ſehr leicht entzündet. Ja, die elektriſche Materie ſchmelzt Metalle, und verwandelt ſie in Halbſäuren.

Merkwürdig bleibt es aber, daß bey dem elektriſchen Lichte keine Wärme weder durchs Gefühl noch durchs Thermometer bemerket wird.

§. 694.

Wenn das Reibezeug an einer Elektriſirmaſchine ſelbſt iſoliret, der Conduktor aber durch leitende Körper mit dem Fußboden in einer Verbindung iſt, ſo wird das Reibezeug durch Umdrehung der Maſchine ebenfalls elektriſiret, und es zeiget die nemlichen elektriſchen Erſcheinungen, als der Conduktor, wenn er iſoliret, das Reibzeug aber nicht iſoliret iſt. Wären aber beyde das Reibzeug und der Conduktor iſoliret, ſo werden beyde ſehr geringe Elektricität zeigen. Zwiſchen der Elektricität des Reibezeuges und der Elektricität des Conduktors findet ein merkwürdiger Unterſchied ſtatt: es zieht nemlich die *Elektricität des Conduktors* dasjenige an, was die *Elektricität des Reibezeuges* in eben dem Zuſtande zurückſtößet. Wenn z. B. ein Korkkügelchen an einem ſeidnen Faden aufgehangen, und dem elektriſirten iſolirten Conduktor nahe genug gebracht wird, ſo zieht ihn ſelbiger anfänglich an, und ſtößt ihn hernach zurück, und wird nicht mehr angezogen. In dieſem Zuſtande zieht es aber das iſolirte Reibzeug, oder der von ſelbigem elektriſirte iſolirte Leiter an, wird aber bald zurückgeſtoßen; alsdenn zieht es wieder der Conduktor an, und dieſes wechſelſeitige Anziehen und Abſtoßen des Kügelchen von dem elektriſirten iſolirten Conduktor und dem elektriſirten iſolirten Reibzeuge, oder deſſen iſolirten Leiter geſchiehet ſo lange, bis die Elektricität verſchwunden iſt. Es hat alſo den Anſchein, als wenn die Elektricität des Conduktors der Elektricität des Reibzeuges gerade entgegengeſetzt wäre, und umgekehrt.

§. 695.

Wenn mehrere iſolirte leichte Körperchen wie z. B. Korkkügelchen an einem ſeidenen Faden dem Conduktor nahe gebracht werden, ſo werden ſie alle zuerſt von ſelbigem angezogen, nachher aber abgeſtoſſen, und die Korkkügelchen ſelbſt ſtoßen einander ab. Eben ſo werden dieſe Kügelchen, welche von dem elektriſirten iſolirten Reibzeuge anfänglich angezogen, nachher aber abgeſtoßen werden, auch unter ſich zurückgeſtoßen. Bringt man hingegen ein Kügelchen, welches der Conduktor anfänglich angezogen hatte, gegen ein Kügelchen, welches anfänglich das Reibzeug angezogen hatte, ſo ziehen beyde Kügelchen einander ſtark an, und verlieren in dem Augenblicke ihre Elaſticität gänzlich. Wird die Einrichtung ſo gemacht, daß zwiſchen dem iſolirten elektriſirten Conduktor und dem iſolirten elektriſirten Reibezeuge oder deſſen elektriſirten iſolirten Leiter leichte iſolirte Körperchen ſich befinden, ſo werden dieſe wechſelſeitig von einander angezogen und abgeſtoßen, und ſpringen von dem einen zum andern. Es hat alſo ganz das Anſehen, als ob es zweyerley elektriſche Materien gäbe, welche einander entgegengeſetzet ſind, ſo daß die Kraft der einen die Kraft der andern vermindere und umgekehrt, ſo wie von zweyen entgegengeſetzten Größen eine die andere vermindert. Bezeichnet man mit Herrn Lichtenberg die eine Elektricität mit + E und die andere mit — E, ſo beweiſen eben angeführte elektriſche Erfahrungen, daß die Elektricität des iſolirten Conduktors dem Korkkügelchen durch das Anziehen + E mittheilte, und es nachher zurückſtieß. Eben ſo theilte das elektriſche Reibezeug dem Korkkügelchen durch das Anziehen — E mit, und ſtieß es nachher zurück. Aus eben dem Grunde ſtoßen viele Kügelchen, welche + E erhalten haben, ſich gegen einander ab, ſo wie auch die-

diejenigen, welche — bekommen haben. Eine Kugel aber mit + E und eine mit — E ziehen ſich an, und verlieren alle beyde in dem Augenblicke ihre Elektricität. Die Urſache von dieſen entgegengeſetzten Arten der Elektricität mag nun liegen, worin ſie will, ſo ſind wir doch aus dieſen Verſuchen bis auf weitere Prüfung berechtiget, zweyerley Arten von elektriſchen Materien anzunehmen, und vor allen Dingen die daraus entſtehenden Wirkungen zu betrachten.

§. 696.

Wenn eine Stange Siegellack mit der Hand, oder noch beſſer mit Katzen- oder Haſenfell gerieben, und dadurch elektriſirt wird, ſo erhält das Siegellack — E, und das Reibzeug, wenn es iſoliret iſt, + E. Denn wird einem Korkkügelchen die Elektricität des Siegellacks gegeben, und nachher einer geriebenen Glasröhre, die dadurch + E erhalten hat, genähert, ſo zieht dieſe jenes ſchnell an; wird im Gegentheil dem Korkkügelchen die Elektricität des iſolirten Reibzeugs der Siegellackſtange gegeben, ſo ſtößt die elektriſirte Glasröhre ſelbiges ſogleich ab. Schon Du Fay hat dieſe beyden verſchiedenen Arten der Elektricität bemerkt, und gab der des Glaſes den Namen der **Glaselektricität**, der des Siegellacks oder eines jeden andern Harzes den Namen der **Harzelektricität**. Franklin glaubte, es gebe nur eine elektriſche Materie, und ſetzte den Unterſchied der elektriſchen Erſcheinungen in dem Plus und Minus der nemlichen Materie, und nannte ſie daher **Plus- und Minus-Elektricität** oder **poſitive** und **negative**, wofür eben Herr Lichtenberg die kurzen Zeichen + E und — E geſetzt hat.

§. 697.

Es wird vor allen Dingen nöthig ſeyn, aus den Wirkungen, welche man an den beyden verſchiedenen Arten von Elektricität gewahr wird, die Geſetze aufzufinden, welche ſie befolgen, ehe man noch im Stande iſt, über die Urſache der Elektricität Unterſuchungen anzuſtellen. Weil es nun vermöge der Erfahrung zweyerley Arten von Elektricität giebt, wovon eine jede für ſich einerley elektriſche Wirkungen zeiget, nur mit dem Unterſchiede, daß ſie wie entgegengeſetzte Größen einander entgegengeſetzt ſind, folglich eine die andere aufhebet, ſo wird man auch berechtiget ſeyn, einen jeden Körper, welcher im natürlichen Zuſtande ſich befindet, eben ſo viel + E als — E beyzulegen, weil ſich dieſe beyden gegen einander aufheben, und daher o E machen. Wenn demnach ein elektriſcher Körper elektriſche Erſcheinungen liefern ſoll, ſo muß er entweder mehr oder weniger + E als — E haben; denn hätte er eben ſo viel + E als — E, ſo heben ſich beyde Arten auf, und ſind gleichſam miteinander im Gleichgewichte.

§. 698.

Vermöge der vorhin angegebenen Verſuche folgt das erſte Geſetz: **Gleichartige Elektricitäten ſtoßen einander zurück.** Ein Körper alſo, welcher + E hat, ſtößt einen andern leichten Körper, welcher ebenfalls + E hat, zurück. Eben ſo ſtößt ein Körper, welcher — E beſitzet, einen andern leichten, welcher ebenfalls — E hat, zurück. Wenn beyde Körper nun entweder gleich + E oder gleich — E haben, ſo geben ſie einander genähert auch keine Funken, ſondern ſie behalten ihre Elektricität. Dieſes Geſetz beweiſen unläugbar folgende Verſuche:

1. Wenn verſchiedene kleine Kügelchen oder Hollundermark an ſeidenen Fäden aufgehängt ſind, und an dem elektri-

elektriſirten iſolirten Conduktor, oder auch an das iſolirte Reibezeug gebracht werden, ſo werden ſie von ſelbigen anfänglich angezogen, nachher abgeſtoßen und dann nicht wieder angezogen; auch ſtoßen ſie ſich ſelbſt unter einander zurück

2. Wenn ſehr leichte Körper, als Goldblättchen, Schnupftaback, Bärlappſaamen u. d. g. auf den elektriſchen iſolirten Leiter, oder auch auf das elektriſirte iſolirte Reibezeug gebracht werden, ſo werden ſie von ſelbigen weit weggeſtoßen.

3. Wenn ein Büſchel Haare, oder ein Büſchel Garnfäden oder dergl. ſowohl dem iſolirten Conduktor, als auch dem elektriſirten Reibezeuge nahe gebracht werden, ſo ſchwellen ſie auf.

4. Wenn zwey Perſonen auf iſolirten Seſſeln entweder gleich + E oder gleich — E erhalten, und alsdenn einander berühren, ſo kann keine aus der andern einen Funken ausziehen.

5. Auch wird das Flugrad ſowohl von + E als von — E in Bewegung gebracht.

§. 699.

Das Abſtoßen der gleichnahmigen Elektricitäten gab die Veranlaſſung, eine Vorrichtung zu erfinden, um die Stärke der Elektricität eines Körpers zu beſtimmen, welche man **Elektrometer**, **Elektricitätsmeſſer** (electrometrum) nennt. Unter allen angegebenen Arten von Elektrometern dienet aber auch wohl noch keines, um die wahre Größe der Elektricität zu beſtimmen, ſondern ſie geben nur zu erkennen, ob die eine Elektricität ſtärker oder ſchwächer ſey, als die andere. Hieher gehöret

1. die ſehr einfache Einrichtung von zweyen Zwirnsfäden des du Fay, welche er über den zu elektriſirenden Körper hing, und welche durch die Elektricität von einander flohen, woraus denn zu erkennen war, ob die Elektricität ſtark oder nicht ſtark war. Nachher ſchlug **Waiz** vor, an die Enden dieſer Fäden Metallplättchen zu hängen. M. ſ. Abhandlung von der Elektricität und deren Urſa-

Urſachen von Waiz, eine gekrönte Preisſchrift. Berlin 1745. 4.

2. Cantons Korkkugelelektrometer. Er brachte nemlich an die Enden der von du Fay vorgeſchlagenen Fäden Korkkugeln von der Größe einer Erbſe an. M. ſ. Philoſ. transact. Vol. XLVIII. P. I. n. 53.

3. Henly's Quadrantenelektrometer. M. ſ. Philoſoph. transact. Vol. LXII. n. 26.

4. Cavallo's Elektrometer. M. ſ. deſſen vollſtändige Abhandlung von der Elektricität.

5. Deſſelben Taſchenelektrometer. Ebendaſ.

6. Deſſelben Elektrometer, welches äuſſerſt empfindlich iſt, beſchrieben von Adams. M. ſ. Adams Verſuch über die Elektricität. S. 164.

7. Achardts Elektrometer. M. ſ. Beſchäftigungen der Berliner Geſellſchaft naturforſchender Freunde Th. I. Berlin 1775. gr. 8. S. 53. u. f. Lichtenbergs Magazin für das Neueſte aus der Phyſ. u. Naturgeſch. B. II. St. 1. S. 146.

8. Bennets Blattgoldelektrometer. Die Beſchreibung davon von Böckmann ſ. m. in Grens Journal der Phyſik. B. I. Heft 3. S. 380. u. f.

9. de Lüc's Fundamentalelektrometer. M. ſ. deſſen neue Ideen über die Meteorologie Th. I. §. 394. u. f.

§. 700.

Das zweyte Geſetz iſt: **entgegengeſetzte Elektricitäten ziehen ſich an.** Wenn ein Körper + E hat, ſo zieht er einen leicht beweglichen, welcher — E hat, an, und auch umgekehrt. Hat nun der eine Körper eben ſo viel + E als der andere — E, ſo entziehen ſich beyde in dem Augenblicke, da ſie zuſammenſtoßen, ihre Elektricität, und zeigen nachher keine Spur der Elektricität mehr. Dieſes Geſetz beſtätigen folgende Verſuche:

1. Wenn ein an einem Faden hängendes Korkkügelchen + E erhalten hat, und wird dem iſolirten elektriſirten Reibezeuge nahe gebracht, ſo wird es von demſelben angezogen und umgekehrt.

2. Wenn das eine Korkkügelchen + E und das andere gleich viel — E hat, und beyde nähern ſich einander, ſo werden ſie angezogen, und verlieren in dem Augenblicke ihre Elektricität.

3. Wenn eine auf einem iſolirten Stuhle ſitzende Perſon + E hat, eine andere aber auf einem iſolirten Stuhle eben ſo viel — E, ſo werden beyde Perſonen in der Berührung die Elektricität ganz entziehen.

4. Wenn eine Perſon auf einem iſolirten Seſſel eine Glasröhre mit der Hand reibt, und eine Korkkugel, welche + E hat, wird der Perſon genähert, ſo zieht ſie ſelbige an, wird ſie aber der Glasröhre genähert, ſo ſtößt dieſe ſelbige ab.

§. 701.

Durch Hülfe ſolcher Elektrometer, welche aus ein Paar feinen Zwirnsfäden mit daran gehängten Kügelchen beſtehen, laſſen ſich dieſe beyden Elektricitäten ſehr leicht erforſchen. Sind nemlich dieſe Korkkügelchen an einer glatten Glasröhre mit + E *elektriſiret* worden, ſo werden ſie von einem elektriſirten Körper abgeſtoßen, wenn dieſer ebenfalls + E hat, aber angezogen, wenn er — E hat. Eben ſo könnte man dem Korkkügelchen — E geben, alsdenn wird der Körper — E haben, welcher es zurückſtößt, aber + E, wenn er es anzieht. Durch dieſe Unterſuchung findet man allemal, daß das Reibezeug, wenn es iſoliret iſt, die entgegengeſetzte Elektricität von derjenigen beſitzet, welche der geriebene elektriſche Körper erhalten hat; beſitzet nemlich das Reibezeug — E, ſo hat der geriebene Körper, oder ſein iſolirter Leiter + E, beſitzet aber jenes + E, ſo hat dieſer — E.

§. 702.

Weil die Erfahrung lehret, daß unter gewiſſen Umſtänden, welche oft zufällig ſind, ein elektriſcher Körper bald mehr bald weniger, ein iſolirter Leiter bald mehr bald weniger, elektriſiret werden kann, ja

ſelbſt

ſelbſt ein elektriſcher Körper in einen Leiter und ein Leiter in einen elektriſchen Körper ſich umwandelt, ſo hat es gewiſſermaaßen ſeine Schwierigkeit, im voraus zu beſtimmen, was für eine Elektricität erfolgen werde, wenn ein Körper mit einem andern gerieben wird. Vermöge verſchiedentlich angeſtellter Verſuche ſcheint ſich dieſe Regel zu beſtätigen, daß die am meiſten elektriſche Materie durch das Aneinanderreiben zweyer Materien + E, die mehr leitende aber — E erhält. Sind alle beyde Materien, welche ſich aneinander reiben, gleich elektriſche, ſo erhält gemeiniglich diejenige + E, welche am mehrſten gerieben, die andere aber, welche am wenigſten gerieben wird — E. Vorzüglich leidet dieſe Regel Ausnahmen, wenn die Oberflächen der Körper mehr rauh oder mehr glatt, mehr trocken oder mehr feucht ſind.

§. 703.

Verſchiedene angeſtellte Verſuche haben gelehret, daß glattes Glas + E erhält, wenn es mit nicht iſolirten und iſolirten Leitern gerieben wird; im Gegentheil — E, wenn es mit Katzenfell gerieben wird. Rauhes Glas oder auch matt geſchliffenes Glas erhält durch Reibung mit Wachstaffet, Metallen, Schwefel und Seide + E; durch Reibung mit Papiere, mit der Hand, mit Siegellack, mit wollenen Tüchern und mit polirtem Glaſe aber — E. Alle Harze bekommen + E, wenn ſie mit Metallblättchen, Schwefel und mattgeſchliffenem Glaſe gerieben werden; aber — E, wenn ſie mit polirtem Glaſe, Papier, weichen Fellen und wollenen Tüchern gerieben werden. Haſenfell erhält mit der Hand, mit Papier, mit Tuch, mit Seide, mit Metallblättchen gerieben + E. Weiße Seide an Tuch, Metall gerieben, bekömmt + E; ſchwarze Seide an der Hand, Papier und weiche Felle gerieben — E;

Schwefel erhält + E, wenn er an Metall gerieben wird; hingegen — E, wenn er mit Holz, mit matt geſchliffenem Glaſe, mit Siegellack, mit Papier und mit der Hand gerieben wird. Metalle an Harzen gerieben bekommen + E; am polirten Glaſe hingegen gerieben — E. Weil alſo das Glas und die Harze unter verſchiedenen Umſtänden bald + E bald — E erhalten kann, ſo kann auch die Eintheilung der Glas- und Harzelektricität des dü Fay nicht wohl verſtattet werden. Vorzüglich haben ſich mit dergleichen Verſuchen Symmer (philoſ. tranſact. Vol. LI. P. I. n. 36) Cigna (miſcellan. ſocietat. Taurin. an. 1765. S. 31. u. f.) Beccaria (dell' Elettriciſmo artificiale. 1753. 4.), Wilſon (philoſ. tranſact. 1760. Vol. LI.), Wilke (de electricitatibus contrariis. Roſto. 1757. 4), Bergmann (in den ſchwed. Abhandl. 25. Band S. 344.), Aepinus (tentamen theore. electricitatis Petropol. 1750. 4.) beſchäftiget. Auch haben ſolche Tafeln Cavallo a. a. O. Lichtenberg (Erxlebens Naturlehre) und Donndorf (Lehre von der Elektricität. Erfurt 1784. 8.) mitgetheilet.

§. 704.

Vorzüglich unterſcheiden ſich beyde Arten von Elektricitäten ſehr deutlich durch ihr Licht. Wenn ein zugeſpitzter Leiter einem + E elektriſirten Körper mit der Spitze genähert wird, ſo hört man ein Geräuſch, und nimmt im Dunkeln an der Spitze ein leuchtendes kugelförmiges Sternchen wahr; nähert man aber die Spitze einem — E elektriſirten Körper, ſo entſtehet ebenfalls ein Geräuſch, und im Dunkeln zeigt ſich ein Feuerpinſel, deſſen Strahlen von der Spitze auseinander fahren. Wenn man ferner einem nicht elektriſirten Leiter einen andern + E elektriſirten leitenden Körper mit ſeiner Spitze nähert, ſo entſtehet eben-

ebenfalls ein Geräuſch, und man ſieht im Dunkeln einen Feuerpinſel. Hat im Gegentheil der zugeſpitzte leitende Körper – E, und wird mit der Spitze einem nicht elektriſirten leitenden Körper genähert, ſo hört man auch ein Geräuſch, im Dunkeln ſieht man aber an der Spitze einen lebhaften glänzenden Punkt oder Stern. Uebrigens iſt die Richtung der aus den elektriſirten Spitzen der leitenden Körper ausſtrömenden Elektricität abwärts, die Elektricität mag + E oder — E ſeyn.

§. 705.

Wenn man elektriſchen Scheiben, als Harzſcheiben, durch darauf geſetzte metalliſche, oder andere elektriſirte leitende Körper Elektricität mittheilet, und ſodann die nicht leitende elektriſirte Oberfläche der elektriſchen Scheiben mit Harzſtaube z. B. mit Colophonium, oder auch mit Bärlappſaamen beſtreuet, ſo bildet dieſer auf ſelbiger gewiſſe Figuren, welche bey aller ihrer Unordnung dennoch eine regelmäße Geſtalt haben, und theils wie Sterne, theils Ringe ohne Strahlen ausſehen, nachdem die mitgetheilte Elektricität entweder + E oder – E iſt. Herr Hofr. Lichtenberg, welcher dieſe Figuren zuerſt entdecket hat, hat ſie in den Nov. commentat. ſocietat. Götting. T. VIII. 1777. S. 168. beſchrieben. Von dieſen Figuren hat Herr de Lüc verſchiedene Betrachtungen angeſtellet. M. ſ. Neue Ideen über die Meteorologie von J. A. de Lüc, a. d. Franzöſ. Berl. u. Stett. 1787. Th. I. §. 493. u. f.

§. 706.

Wenn man auf die bisher angegebenen Verſuche genau Acht hat, ſo wird man bemerken, daß diejenigen leichten Körper, welche von elektriſirten Körpern angezogen werden, dieſe Wirkung theils in größern theils

theils in kleinern Entfernungen von dieſen elektriſirten Körpern erfahren, nachdem nemlich die Elektricität ſtärker oder ſchwächer iſt. Es ſcheint alſo, als ob um den elektriſirten Körper herum, bis zu einer gewiſſen Entfernung elektriſche Materie ſich befände, wie etwa die Luft um unſerer Erde, welche vermöge ihrer Kraft andere Körper in Bewegung ſetzte, und auf ſie wirkte. Man nennt daher auch den Raum, durch welchen ſich die Wirkung der elektriſchen Materie erſtreckt, den **Wirkungskreis**, oder auch wohl die **elektriſche Atmoſphäre** des elektriſirten Körpers. Wenn alſo ein + E elektriſirter Körper oder o E elektriſirter in die Atmoſphäre eines — E elektriſirten Körpers kommt, ſo wird auch jener von dieſem angezogen; eben ſo wird der Erfolg ſeyn, wenn ein — E elektriſirter, oder ein Körper, welcher o E Elektricität beſitzet, in die Atmoſphäre eines + E elektriſirten Körpers kömmt. Aus vielen angeſtellten Verſuchen hat man merkwürdige elektriſche Erſcheinungen an Körpern, welche in die Wirkungskreiſe elektriſirter Körper ſind gebracht worden, wahrgenommen.

§. 707.

Das dritte aus Erfahrungen hergeleitete Geſetz iſt: **Ein jeder elektriſirter Körper ſucht in denjenigen Körpern, welche in ſeinen Wirkungskreis kommen, eine der ſeinigen entgegengeſetzte Elektricität zu erwecken.** Dieſes Geſetz iſt ganz verſchieden von dem Geſetze der Mittheilung der Elektricität, wie folgende Erfahrungen aufs kräftigſte beſtätigen. Man bringe einen nicht iſolirten leitenden Körper in den Wirkungskreis des elektriſirten Reibers, ſo bekommt jener auf der dem Reiber zugekehrten Seite die entgegengeſetzte Elektricität des Reibers, mithin + E, wenn dieſer — E und — E, wenn dieſer + E hat; wird endlich der

nicht

nicht iſolirte Leiter dem Reiber bis zur Schlagweite genähert, ſo erhält der Leiter einen Funken, und die Elektricität hört ganz auf. Iſt aber der leitende Körper iſolirt, und man bringt das eine Ende deſſelben in den Wirkungskreis eines elektriſirten Körpers, ſo erhält das von dieſem elektriſirten Körper abgewendete Ende des Leiters die mit dem elektriſirten Körper gleichnamige Elektricität, das dem elektriſirten Körper zugekehrte Ende aber die entgegengeſetzte des elektriſirten Körpers. Nähert ſich der iſolirte Leiter dem elektriſirten Körper bis zur Schlagweite, ſo erhält er einen Funken, und es wird nun ſeine Elektricität gleichnamig mit der Elektricität des elektriſirten Körpers. Nähme man hingegen den iſolirten Leiter, noch ehe er einen Funken erhält, von dem elektriſirten Körper weg, ſo wird auch die Elektricität deſſelben, die ſich an beyden Enden als entgegengeſetzt zeigte, ganz wegfallen, und der Leiter wird in ſeinem vorigen Zuſtande, mithin unelektriſiret ſeyn. Wenn aber das eine Ende des iſolirten Leiters, welches dem elektriſirten Körper entgegengeſetzet iſt, zu der Zeit, da er im Wirkungskreiſe des elektriſirten Körpers ſich befindet, mit dem Finger oder mit einem andern leitenden Körper berühret wird, ſo entſteht ein Funke, und die Elektricität höret auf. Nimmt man nun den iſolirten Leiter von dem elektriſirten Körper weg, ſo hat nun der iſolirte Leiter die entgegengeſetzte Elektricität des elektriſirten Körpers.

Man nehme eine metallene Röhre von etwa zwey Fuß Länge, iſolire ſelbige, und hänge an das Ende über ſelbige einen Zwirnsfaden mit Kügelchen; hierauf bringe man an das andere Ende etwa 3 Zoll weit davon eine geriebene Glasröhre, ſo werden ſogleich die beyden Korkkügelchen von einander gehen, folglich + E erhalten. Nähert man die geriebene Glasröhre dem Cylinder bis zur Schlagweite, ſo erhält er einen Schlag, und die Elektricität iſt nun in der ganzen

Röhre

Röhre + E. Nimmt man aber die Glasröhre noch vor dem Schlage weg, ſo fallen die Korkkügelchen zuſammen, und man bemerkt gar keine Elektricität in der Röhre mehr. Wird aber der Verſuch ſo abgeändert, daß man an dem Ende der Röhre, wo die Kügelchen + E haben, einen Finger oder einen andern leitenden Körper bringt, ſo fallen nun die Kügelchen zuſammen, indem die ganze Elektricität + E in den leitenden Körper übergegangen iſt. Nimmt man nun auch die geriebene Glasröhre von dem andern Ende weg, ſo gehen nun die beyden Kügelchen ſogleich mit — E auseinander, und die ganze metallene Röhre iſt negativ elektriſiret.

§. 708.

Wenn derjenige Körper, welcher in dem Wirkungskreis eines elektriſirten Körpers gebracht wird, ein Nichtleiter iſt, ſo wird zwar ebenfalls das Ende, welches dem elektriſirten Körper zugekehrt iſt, die entgegengeſetzte Elektricität annehmen, aber ſie wird ſich wegen der nicht fortleitenden Kraft des Nichtleiters nicht weit erſtrecken, und nicht ſehr ſtark ſeyn. In dieſem Nichtleiter werden von dem Ende, welches gegen den elektriſirten Körper gerichtet iſt, nach dem andern Ende hin abwechſelnd Zonen von + E und — E zu finden ſeyn, welche immer nach und nach ſchwächer werden und ſich zuletzt ganz verlieren. Dieſe abwechſelnden Zonen entſtehen ohne Zweifel von den Wirkungskreiſen der vorhergehenden, weil wegen der ſchwach leitenden Kraft des Nichtleiters die Elektricität ſich in ſelbigem nicht weit verbreiten kann.

§. 709.

Die angegebenen Erfahrungen beweiſen hinlänglich, daß ein Körper elektriſch werden könne, ohne

ohne daß dem elektriſirten Körper ſeine Elektricität genommen wird. Es giebt alſo auſſer dem Reiben und der Mittheilung noch eine dritte Art, Elektricität in einem Körper hervorzubringen. Es gründet ſich dieſe Art auf die beyden angeführten Geſetze, daß ſich gleichnamige Elektricitäten zurückſtoßen, entgegengeſetzte aber anziehen (§. 700. §. 702.). Man nennt dieſe Art, Elektricität hervorzubringen, die **Vertheilung der Elektricität.**

§. 710.

Aus dieſen angeführten Geſetzen läßt ſich nun das Anziehen und Zurückſtoßen leichter Körper erklären. Nähert man nemlich einer geriebenen Glasröhre + E leichte Körper, z. B. Sägeſpähne u. d. g. ſo erhalten dieſe in dem Wirkungskreiſe der elektriſirten Glasröhre — E, und es ziehen nun beyde einander an. Berühren die leichten Körper die Glasröhren, ſo erlangen ſie durch die Mittheilung + E, und die Glasröhre ſtößt ſie zurück. So lange nun dieſe leichten Körper + E beſitzen, ſo werden ſie auch von der Glasröhre nicht weiter angezogen, wird ihnen aber dies + E durch Leiter entzogen, und ſind noch im Wirkungskreiſe der elektriſirten Glasröhre, ſo bekommen ſie aufs neue — E, werden wieder angezogen und nach mitgetheilten + wieder zurückgeſtoßen u. ſ. w. Ueberhaupt läßt ſich ein jeder Körper im natürlichen Zuſtande ſo betrachten, als wenn er beyde Elektricitäten + E und — E im gleichen Maaße beſäße, welche folglich einander aufheben, und den Körper o E geben. Wird aber dies Gleichgewicht durch irgend eine Art z. B. durch Reiben des Körpers aufgehoben, ſo muß ſich nun der Ueberſchuß der einen von den entgegengeſetzten Elektricitäten im freyen Zuſtande befinden und elektriſche Erſcheinungen hervorbringen. Wenn z. B. ein Glascylinder

geri-

gerieben wird, ſo nimmt dieſer aus dem Reibezeuge mehr + E an. Nun kann aber das in der Glasröhre befindliche — E das + E nicht ganz mehr binden, folglich entſteht ein Ueberſchuß von + E, und wirkt nun im freyen Zuſtande.

§. 711.

Hieraus läßt ſich nun auch erklären, wie es mit dem Elektriſiren einer Elektriſirmaſchine zugehe. Wird nemlich die Glasröhre oder die Glasſcheibe an dem Reibezeuge gerieben, ſo wird das + E des Reibezeuges frey, theilt ſelbiges dem Glaſe mit, welches nun auch die Elektricität + E zeiget, weil es wegen ſeiner nicht leitenden Kraft dies + E nicht ſogleich in der Oberfläche vertheilet. Nun wird das — E des Reibzeuges nicht mehr gebunden ſeyn, weil das + E in das Glas übergegangen iſt; könnte alſo das verloren gegangene + E nicht wieder erſetzt werden oder wäre das Reibezeug iſoliret, ſo muß auch dieſes — E zeigen; wäre aber das Reibzeug durch leitende Körper mit der Erde verbunden, ſo erhält das — E ſo viel + E aus der Erde, daß ſein — E völlig gebunden wird, mithin wird auch in dieſem Falle das Reibzeug gar keine Elektricität zeigen. Hieraus ſieht man alſo die Nothwendigkeit ein, daß das an der Elektriſirmaſchine etwa iſolirte Reibzeug durch eine angehängte bis zum Boden herabgehende Kette mit der Erde in Verbindung ſtehe, wenn die Elektricität verſtärkt werden ſoll.

§. 712.

Wenn der Glascylinder oder die Glasſcheibe der Elektriſirmaſchine durchs Reiben am Reibezeuge + E erhalten hat, und man bringt in den Wirkungskreis deſſelben einen iſolirten Leiter, ſo zieht nun das + E des Glascylinders das — E des iſolirten Leiters an,

an, und ſtößt das + E des Leiters zurück, und hier- durch entſteht folglich Elektricität durch Vertheilung. Wird der iſolirte Leiter aus dem Wirkungskreiſe des Glascylinders gebracht, ſo wird nun ſeine poſitive und negative Elektricität, welche nur durch die Wirkung der elektriſchen Atmoſphäre in ihm verſchiedentlich vertheilet war, wieder gebunden, und die Elektricität verſchwindet in ihm ganz. Wenn hingegen an dem Ende des iſolirten Leiters, an welchem das + E frey iſt, indem der Leiter ſich in dem Wirkungskreiſe des Glascylinders befindet, ein Finger oder ein anderer Leiter nahe gebracht, ſo zieht der iſolirte Leiter an dieſer Seite das — E des leitenden Fingers an, ſättiget ſich damit, und es entſteht ein Funke. Wird nun der Finger entfernet, und der iſolirte Leiter zugleich aus dem Wirkungskreiſe des Glascylinders gebracht, ſo verbinden ſich nun die Elektricitäten beyder Enden des iſolirten Leiters mit einander, und er hat — E + E — E und iſt daher negativ elektriſiret. Gerade verhält es ſich ſo umgekehrt; wenn nemlich der elektriſirte Körper — E beſitzet, und es wird in deſſen Wirkungskreis ein iſolirter leitender Körper gebracht, ſo zieht das — E des elektriſirten Körpers das + E des leitenden an, und ſtößt das — E zurück; wird alsdenn dieſes — E von einem andern leitenden Körper z. B. von dem Finger durch ſein + E geſättiget, ſo entſteht ein Funke, und der iſolirte leitende Körper beſitzet nun nach der Entfernung deſſelben von dem elektriſirten Körper + E — E + E, folglich iſt er poſitiv elektriſiret.

§. 713.

Wenn in einem elektriſirten Körper das freye ± E das ∓ E eines in dem Wirkungskreis deſſelben gebrachten Körpers anzieht, ſo iſt es für ſich

begreiflich, daß ſelbſt das $\pm$ E des elektriſirten Körpers zum Theil gebunden wird, und daher weniger freyes $\pm$ E beſitzen muß als vorher; daher ſcheint die Elektricität des elektriſirten Körpers ſchwächer geworden zu ſeyn. In dieſem Zuſtande wird er nun auch natürlicherweiſe eine gleichnamige Elektricität weniger zurückſtoßen; dadurch wird er aber auch vermögend, gleichartige Elektricität leichter anzunehmen. Wenn alſo gleich der elektriſirte Cylinder der Elektriſirmaſchine durch den genäherten Conduktor ſchwächer an + E wird, ſo nimmt er nun auch leicht + E von dem Reibezeuge wieder an, zumal wenn das Reibezeug nicht iſoliret iſt, oder, im Fall es iſoliret wäre, ſelbiges durch eine Kette mit der Erde in Verbindung ſtehet; denn eben dadurch erhält der Conduktor die ſtärkſte Elektricität. Eben ſo verhält es ſich auch mit dem Reibezeuge, es bekömmt nemlich dieſes am ſtärkſten — E, wenn der Conduktor durch einen leitenden Körper mit der Erde verbunden, oder wenn er nicht iſoliret iſt. Je mehr endlich der leitende Körper dem elektriſirten genähert wird, deſto mehr zieht das $\pm$ E des elektriſirten Körpers des $\mp$ E des leitenden an, kommen ſodann zur Schlagweite, und es entſteht ein Funke, wobey nun zugleich eine Mittheilung der Elektricität erfolget, wenn der leitende Körper iſoliret war, auſſerdem zeigen beyde Körper keine Spur einer Elektricität mehr.

§. 714.

Beſitzt der leitende Körper, welcher in den Wirkungskreis eines elektriſirten Körpers gebracht wird, eine Spitze, ſo wirkt die Atmoſphäre ſchon in einer weit größern Entfernung als bey Leitern, deren Enden ſtumpf oder abgerundet ſind. Es geſchieht daher auch die Mittheilung der Elektricität bey ſpitzen Körpern in einer weit größern Entfernung als bey abgeſtumpften

ten

ten Körpern, und zwar geſchieht der Uebergang der Elektricität bey ſpitzen durch ein Geräuſch, bey den runden und ſtumpfen aber durch einen Schlag. Wahrſcheinlich liegt der Grund darin, daß bey ſpitzigen Körpern die ganze Anziehung auf einen einzigen Punkt gerichtet iſt, und der freye Ausgang des ± E durch kein Zurückſtoßen der gleichnamigen Elektricität nebenliegender Punkte gehindert wird. Werden glatte abgerundete Flächen iſolirter Leiter dem elektriſirten Körper nahe gebracht, ſo ſpürt man keine elektriſchen Veränderungen in ſelbigen, ja, es erfolget oft nicht einmal bey der Berührung ein Uebergang der Elektricität durch Mittheilung. Hätten der elektriſirte Körper und die glatte Oberfläche, welche mit jenem in Berührung kommt, gleichviel entgegengeſetzte Elektricitäten, ſo binden ſich nun beyde, und man ſpürt an beyden keine Elektricität mehr; nach der Entfernung beyder aber hat jedes die vorige Elektricität wieder. M. ſ. Gehlers phyſikal. Wörterb. Th. I. S. 733-745.

§. 715.

Man überziehe die innere und äuſſere Fläche eines dünnen Zuckerglaſes mit Goldpapier oder mit Stanniol u. d. g. bis auf einige Zolle unterm Rande, ſetze alsdenn ſelbiges auf einen leitenden Körper z. B. auf den Tiſch und bringe einen Metalldraht in die Oeffnung deſſelben, welcher mit dem einen Ende bis auf den Boden reicht, an dem andern Ende aber mit dem Conduktor der Elektriſirmaſchine in Verbindung iſt. Hierauf elektriſire man, faſſe nun mit der einen Hand an die äuſſere Belegung des Zuckerglaſes, und mit der andern berühre man den Metalldraht, welcher mit der innern Belegung und mit dem Conduktor der Maſchine in Berührung iſt, ſo wird nicht nur ein blitzender Funke mit einem ziemlich ſtarken Knall hervorbrechen, ſondern man wird auch eine beträchtliche

Erſchütterung in dem Körper vorzüglich in den Gelenken der Arme empfinden. Dieſer elektriſche Schlag wird deſto ſtärker ſeyn, je ſtärker die Elektricität mittelſt der Maſchine erreget wurde. Man kann die Einrichtung mit dem Glaſe ſo machen, daß man es nach dem Elektriſiren von der Maſchine wegnehmen und an einen andern Ort bringen kann. Es wird eben noch die Wirkung zeigen, wenn alsdenn mit der einen Hand die äuſſere und mit der andern die innere Belegung, oder der noch darin befindliche Draht berühret wird. Dieſen ſehr merkwürdigen Verſuch hat zuerſt im Jahre 1745 der Herr von Kleiſt, nachher Cunäus in Leiden, und noch ſpäter Allamand und Muſchenbroek angeſtellt. Man nennt ihn daher auch den Kleiſtiſchen oder den Leidenſchen Verſuch, auch wohl oft den Muſchenbroekſchen. Wegen ſeiner Wirkung wird er auch der Erſchütterungsverſuch genennt. Das hierzu eingerichtete Glas heißt die Kleiſtiſche, Leidner oder Erſchütterungsflaſche, und die dadurch bewirkte Elektricität die verſtärkte Elektricität.

§. 716.

Zu dieſem Verſuche gebrauchte man anfänglich gläſerne Flaſchen, welche etwa bis zur Hälfte mit Waſſer gefüllt, und mit einem Korke verſtopft wurde; durch dieſen Kork ging ein metallener Draht bis ins Waſſer, welcher oben lang genug herausſteht. Um nun dieſen Draht zu elektriſiren, nimmt man die Flaſche in die eine Hand, und hält den Draht an den Conduktor der Maſchine; berührt man alsdenn mit der andern Hand den elektriſirten Draht, ſo erfolget eben die Wirkung, welche im vorigen §. angegeben iſt. Statt des Waſſers bediente man ſich nachher anderer leitender Subſtanzen, als Queckſilber, Eiſenfeil u. d. g. Nachher fand man, daß es gar nicht

noth-

nothwendig ſey, das Glas mit dergleichen Materie anzufüllen, ſondern daß es hinlänglich ſey, die äuſſere und innere Wand mit einer leitenden Subſtanz bis einige Zolle unterm Rande zu überziehen. Sonſt glaubte man, daß es vortheilhaft ſey, den nicht belegten Theil des Glaſes mit im Weingeiſte aufgelöſten Siegellack zu überziehen, weil dadurch die Anlegung der Feuchtigkeit an das Glas verhütet würde. Allein Herr Cuthbertſon hat die Entdeckung gemacht; daß die Wirkung der Flaſchen gar ſehr verſtärkt wird, wenn man den unbelegten Theil derſelben gefliſſentlich mit Dampf beſchlagen läßt. M. ſ. deſſen dritten Theil der Algemeene Eigenſchappen van de Electricitaet tot Amſtel. 1794. Uebrigens kommt es ſelbſt auf die Geſtalt des Glaſes nicht an, und es kann hierzu blos eine Glastafel gebraucht werden, welche auf beyden Seiten mit Stanniol überzogen wird, ſo daß rund herum ein Theil unüberzogen bleibt. Statt des Glaſes dienet auch eine andere nicht leitende Materie, als Schwefel, Siegellack, Harz und dergl. Verſchiedene elektriſche Verſuche dieſer Art hat Wilke angeſtellt. M. ſ. Schwediſche Abhandlungen von 1758. der deutſch. Ueberſ. S. 241.

§. 717.

Die Ueberzüge der nicht leitenden Körper mit leitenden Subſtanzen nennt man Belegungen, und die damit verſehenen Körper die belegten Körper. Wenn man zur Belegung Stanniol oder ſonſt dünne Metallblätter gebraucht, ſo kann man ſelbige auf beyden Seiten am beſten mit aufgelöſter Hauſenblaſe aufkleben. Um nun die möglichſt größte Wirkung zu erhalten, iſt nicht allein nothwendig, daß das dazu gewählte Glas ſo dünne als möglich, ſondern daß auch die Belegung ſo gleichförmig und glatt als möglich und nicht bis an den Rand geſchehe. Wenn nun

eine ſolche Leidner Flaſche in den Zuſtand verſetzt werden kann, daß ſie den Erſchütterungsfunken zu geben im Stande iſt, ſo ſagt man, daß ſie **geladen** werde. Dies geſchieht am bequemſten ſo, wenn die eine Belegung durch Mittheilung elektriſiret wird, die andere Belegung aber mit leitenden Körpern in Verbindung ſtehet. Daher iſt gewöhnlich die äuſſere Belegung mit einer Kette verſehen, welche auf den Tiſch geleget wird. Würde dieſe andere Belegung völlig iſoliret ſeyn, ſo würde auch die Leidner Flaſche gar nicht geladen werden können. Am ſchnellſten und beſten findet die Ladung ſtatt, wenn die innere Belegung mit dem Conduktor, die äuſſere aber mit dem iſolirten Reibezeuge der Maſchine in Verbindung ſtehet. Sobald wie dieſe Ladung der Leidner Flaſche geſchehen iſt, ſo wird ſie alsdenn **entladen**, wenn zu gleicher Zeit die äuſſere und innere Belegung derſelben mit einer leitenden Subſtanz in Berührung gebracht wird.

Anmerk. In Anſehung der Dicke des Glaſes der Ladungsflaſchen hat Herr **Bohnenberger** (Beyträge zur theoret. und prakt. Elektricitätslehre, 2tes Stück. Stuttg. 1793. 8.) wahrgenommen, daß es rathſam ſey, die Glasdicke der Ladungsflaſchen nach der Stärke der Maſchinen einzurichten. Diejenigen Maſchinen, welche eine ſtarke Elektricität bewirken, ſollen die dicken Gläſer auf einen ſehr hohen Grad laden, welchen die dünnen gar nicht aushalten könnten. Im Gegentheil würden bey ſchwachen Maſchinen dicke Gläſer gar nicht, oder nur ſchwach geladen werden können.

§. 718.

Das Entladen einer geladenen Leidner Flaſche geſchiehet mit einer erſtaunenden Geſchwindigkeit. Dies beweiſet folgender Verſuch: wenn ſich mehrere Per-

Perſonen, ſo viel als man will, zuſammen angefaſſet haben, und die erſte Perſon berühret die äuſſere Belegung, oder hält eine daran befeſtigte Kette, die letztere Perſon aber die innere Belegung, oder den damit verbundenen leitenden Körper, ſo erhalten ſie alle in einem Augenblicke die Erſchütterung. Jedoch kann es auch unter gewiſſen Umſtänden möglich ſeyn, daß nur diejenigen, welche zunächſt der Flaſche ſich befinden, einen Schlag bekommen, die übrigen Perſonen aber nicht; ſind aber die Perſonen iſoliret, ſo empfinden ſie allemal eine Erſchütterung. Allein in dieſem letzten Falle werden die Perſonen nicht elektriſiret, ſo wie überhaupt kein leitender Körper eine Spur einer Elektricität zeiget, wenn der Erſchütterungsſchlag durch denſelben gegangen, ob er gleich iſoliret iſt. Dieſe plötzliche Entladung iſt allemal mit einem knallenden Funken verbunden, welcher weit lebhafter iſt, als der Funken, welcher aus einem elektriſirten Leiter herausgelockt wird. Es läßt ſich aber auch eine jede geladene Flaſche ganz allmählig, ohne irgend einen Schlag zu erhalten, entladen. Wenn man nemlich an der äuſſern Belegung einen Finger bringt, und der innern Belegung oder den damit verbundenen Leiter langſam eine leitende Spitze nähert, oder die innere Belegung mit dem Finger, und die äuſſere mit der Spitze eines leitenden Körpers berühret. Im Dunkeln wird man an der Spitze des leitenden Körpers theils einen Stern, theils einen Feuerpinſel ſehen, nachdem die Spitze die innere oder die äuſſere Belegung berühret hat, und die Flaſche durch den Conduktor der Maſchine geladen iſt.

§. 719.

Je länger der hervorſtehende Draht in der Leidner Flaſche am Conduktor der Maſchine elektriſiret wird, deſto ſtärker wird ſie geladen. Allein auch dieſes

ſes Laden hat ſeine Gränze. Wird dieſe Gränze überſchritten, ſo ſagt man alsdenn, die Flaſche werde überladen, und in dieſem Falle entladet ſie ſich oftmals von ſelbſt, wodurch manchmal die Flaſche zerſchmettert und zum fernern Gebrauch untüchtig iſt. Die Stärke des Schlages hängt vorzüglich von der Größe der Belegung ab. Um die geladene Flaſche ohne alle Erſchütterung entladen zu können, bedient man ſich eines eigenen dazu eingerichteten Werkzeuges, welches der Auslader genennet wird. Gewöhnlich hat dieſes Werkzeug einen Handgriff von nicht leitender Subſtanz z. B. vom Glaſe, gedürrten Holze u. d. g. an welchem zwey krumme Drahte mit einem Scharnier verbunden ſind, um welche ſie beweget werden können. Die Drahte ſind zugeſpitzt, jedoch ſo, daß man an ſelbige ein Paar runde metallene Knöpfchen anſchrauben kann. Will man nun die geladene Flaſche entladen, ſo ſetzt man das eine Knöpfchen an die äuſſere, und das andere an die innere oder an den damit verbundenen leitenden Körper, indem man den Handgriff mit der Hand hält. Dadurch geſchieht die Ausladung mit einem knallenden Funken, ohne daß der menſchliche Körper das geringſte empfindet. Schraubt man aber die Knöpfchen ab, ſo kann man die Flaſche mit den Spitzen ganz unmerklich ausladen. Eine beſondere Einrichtung des Ausladers hat Henly unter dem Namen eines allgemeinen Ausladers angegeben. Verſuche, welche mit der Leidner Flaſche anzuſtellen ſind, findet man beſchrieben beym Cavallo vollſtänd. Abhandlung der Lehre von der Elektricität, III. Buch, 7. Kapit. Adams Verſuch über die Elektricität. Leipzig 1785. gr. 8. Kap. 7. Donndorfs Lehre von d. Elektricität B. I. S. 344. u. f. B. II. Kap. 19. Verſ. 22. u. f.

§. 720.

§. 720.

Wenn der leitende Körper, durch welchen der Erſchütterungsfunke gehen ſoll, aus mehreren aneinander ſtehenden ſich aber nicht berührenden Theilen beſtehet, ſo entſtehen zwiſchen der Unterbrechung Funken; jedoch müſſen dieſe Unterbrechungen einen nicht zu großen Raum einnehmen, weil ſonſt entweder gar keine Entladung geſchieht, oder nur langſam und zwar mit einem ziſchenden Geräuſche, wobey man an den Unterbrechungen der Theile der leitenden Subſtanz feurige Büſchel wahrnimmt, welche ſich bey Annäherung leitender nicht iſolirter Körper in Funken verwandeln; an dem menſchlichen Körper z. B. an der Hand verurſachen dieſe Funken eine überaus widrige Empfindung, deswegen ſie auch ſchneidende Funken genennet werden. Oftmals zeigt die Flaſche nach der erſten Entladung noch einen Erſchütterungsfunken, wenn beyde Belegungen zuſammen berühret werden.

§. 721.

Wenn die geladene Leidner Flaſche iſoliret wird, und man berühret entweder die innere Belegung allein, oder auch die äuſſere allein, ſo erhält man keinen merklichen Funken. In dieſem Zuſtande behält ſie ihre Elektricität eine ziemlich lange Zeit. Uebrigens überzeuget man ſich durch folgenden Verſuch, daß die Elektricität in den Oberflächen des Glaſes und nicht in den Belegungen hafte: Man nehme ein Glas, klebe auswendig ganz leicht mit Wachs ein Blatt Stanniol, und gieße in ſelbiges etwa bis zur Hälfte Waſſer; alsdenn ſtecke man ins Waſſer einen Draht, welches oben ein Knöpfchen hat, nehme das Glas in die Hand, und lade es durch Anhaltung des Knöpfchens an den Conduktor der Maſchine. Hierauf kehre man das Glas um, und gieße das inwendige Waſſer aus, nehme auch die äuſſere Belegung ab, klebe eine andere

an deren Stelle, und gieße anderes Waſſer ins Glas. Faßt man nun mit der einen Hand die äuſſere neue Belegung an, und ſteckt mit der andern Hand einen Draht in das Waſſer, ſo wird man ſich überzeugen, daß das Glas immer noch geladen iſt. Wenn die äuſſere Belegung nicht iſoliret iſt, ſo kann man aus der innern Belegung nach und nach mehreremal Funken herauslocken.

§. 722.

Wenn in der Flaſche ein metallener Draht geſteckt worden, der oben eine metallene Kugel beſitzet, um die äuſſere Belegung aber ein Ring mit einem krumm gebogenen Drahte, das oben ein Knöpfchen hat, befeſtiget iſt, ſo wird alsdenn ein an einem Faden hängender leicht beweglicher Körper zwiſchen der Kugel des in der Flaſche befindlichen Drahtes und zwiſchen dem Knöpfchen des äuſſern Drahtes gebracht eine Zeitlang hin und her ſpielen, und auf dieſe Weiſe die Flaſche nach und nach entladen. Ein Beweis, daß die innere Seite der Flaſche eine Elektricität beſitzet, welche der, die die äuſſere Seite hat, entgegengeſetzet iſt. Hat alſo die innere Seite + E, ſo hat die äuſſere — E, und umgekehrt, hat die innere — E, ſo hat die äuſſere + E. Bringt man die äuſſere Belegung in Verbindung mit dem Conduktor der Maſchine, und hält den Draht, welcher mit der innern Belegung in Verbindung ſteht, mit der Hand, ſo wird nun die innere Seite mit — E, die äuſſere mit + E geladen. Wird ferner eine Flaſche völlig iſoliret, und ihre äuſſere Belegung mit der innern Belegung einer andern nicht iſolirten Flaſche durch einen leitenden Körper verbunden, ſo werden nun beyde Flaſchen mit Elektricität geladen. Auf eben dieſe Art können mehr als zwey Flaſchen auf einmal geladen werden, jedoch wird aber ihre Elektricität nie ſo ſtark werden, als wenn ſie einzeln geladen werden.

§. 723.

Wenn mehrere Flaſchen ſo mit einander verbunden ſind, daß ſie alle zugleich auf einen Schlag entladen werden können, ſo nennt man dieſe Anordnung eine Batterie. Gemeiniglich ſtehen die Flaſchen in verſchiedenen Reihen in einem Kaſten von Holze oder Pappe, deſſen Boden mit Bley oder Zinn überzogen iſt. Ueber einer jeden Reihe befindet ſich eine metallene Stange, an deren Enden Kugeln ſich befinden, und an welchen die mit der innern Belegung verbundenen leitenden Körpern befeſtiget ſind. Queer über die metallenen Stangen können wieder andere kleinere ebenfalls mit Knöpfen verſehen geleget werden, um einige Reihen oder auch alle Reihen der Flaſchen mit einander zu verbinden. Unten am Boden hat der Kaſten ein Loch, aus welchem ein metallener Haken herausgehet, welcher mit der Belegung des Bodens im Kaſten, folglich mit der äuſſern Belegung aller Flaſchen in Berührung iſt. An dieſen Haken wird eine Kette gehängt, welche an dem einen Arm des Ausladers befeſtiget iſt; mit dem andern Arme des Ausladers berührt man alsdenn einen Knopf einer metallenen Stange, um eine Reihe von Flaſchen oder die ganze Batterie auszuladen. Die Wirkung einer entladenen Batterie kann bey einer ſtarken Ladung auſſerordentlich groß ſeyn. Es können durch den Schlag ſogleich Metalle geſchmolzen, Thiere getödtet, Glasſcheiben zerbrochen, Schießpulver angezündet, Eyer zerſchlagen, Metalle ins Glas geſchlagen, mehrere Kartenblätter durchlöchert, und dergleichen ähnliche Wirkungen hervorgebracht werden. Wenn die Batterie nur einigermaaßen groß iſt, ſo muß man ſich nach der Entladung derſelben wohl vorſehen, daß man nicht ſogleich die Theile derſelben berühre, weil der Ueberreſt von der Elektricität oder die rückſtändige Ladung noch beträchtlich groß ſeyn kann.

§. 724.

§. 724.

Alle bisher angegebene Erſcheinungen des Ladens und Entladens der leidner Flaſche laſſen ſich aus den Geſetzen der poſitiven und negativen Elektricität erklären. Wird die innere Seite der Flaſche mit dem Conduktor der Maſchine verbunden, ſo erhält dieſe durch Mittheilung + E, dies + E ſtößt die gleichnamige Elektricität in der äuſſern Fläche ab, und bindet die ungleichnamige oder das — E. Iſt alſo die äuſſere Fläche mit einem leitenden Körper verbunden, ſo giebt ſie demſelben das zurückgeſtoßene + E ab, und nimmt dagegen eben ſo viel — E an, als das + E der innern Fläche bindet; folglich muß dadurch die Flaſche geladen werden. Jedoch iſt zu bemerken, daß das + E der innern Seite nicht ganz ſo viel — E in die äuſſere Fläche bringt, daß dadurch das + E in der innern Fläche ganz gebunden würde, und daher kommt es, daß bey alleiniger Berührung der Kugel am Drahte, der mit der innern Belegung in Verbindung iſt, ein kleiner Funke entſtehe. Wäre im Gegentheil die äuſſere Belegung iſoliret, ſo kann nun ihr abgeſtoßenes + E nicht abgeführet, folglich ihr — E nicht frey werden; daher kann auch die innere Seite kein + E erhalten und annehmen, ſondern es geht alles + E wieder in den Conduktor zurück; eine iſolirte Flaſche kann alſo nicht geladen werden. Wenn ferner die äuſſere Fläche mit + E verbunden wird, ſo ſtößt dies + E die gleichnamige Elektricität in der innern Fläche zurück, und bindet das — E; iſt nun die innere Fläche nicht iſoliret, ſo nimmt ſie aus dem leitenden Körper ſo viel — E an, als das + E der äuſſern Fläche bindet. Wird die innere Fläche mit — E verbunden, ſo ſtößt nun dies — E die gleichnamige Elektricität der äuſſern Fläche zurück, und bindet das + E; iſt nun die äuſſere Fläche nicht iſoliret, ſo nimmt ſie aus der Erde ſo viel + E an,

als

als die innere Fläche — E bindet. Die Entladung der Flaſche erfolgt auf dieſe Weiſe: wenn die beyden ſtark gewordenen und ſich gebundenen ± E auf beyden Flächen durch Leiter verbunden werden; denn alsdenn gehen ſie in einander über, und ſie befreyen ſich von ihren Elektricitäten von ſelbſt. Die Urſache der ſo ſtarken Wirkung der Leidner Flaſche und vorzüglich einer Batterie rührt natürlich von der ſehr angehäuften Menge des E her, welches ſich vor dem Entladen auf beyden Seiten nur gebunden hielt, und beym Entladen plötzlich frey wird. Hieraus erhellet nun auch zugleich, warum der Schlag dem iſolirten leitenden Körper, durch welchen er geht, keine Elektricität mittheilen kann.

§. 725.

Wenn man einen gewöhnlichen ebenen Spiegel, oder eine dünne, ebene Harzplatte, welche auf einem metallenen flachen Gefäße oder auch auf einem mit Stanniol überzogenen Brete liegt, reibt; jenen mit dem Amalgama, das auf dem Leder ſich befindet, und dieſe mit einem Katzen= oder Haſenfelle, und darauf ein etwas kleineres wohl abgerundetes und mit Stanniol überzogenes Bret legt, welches vermittelſt dreyer oder vier ſeidenen Schnüren oder auch eines gläſernen Handgriffs davon weggenommen werden kann, ſo hat man eine Vorrichtung, welche ein Elektrophor, Elektricitätsträger, beſtändiger Elektricitätsträger (electrophorus perpetuus) genennet wird, welchen Herr Volta im Jahre 1775. zuerſt bekannt machte, von Herrn Wilke aber ſchon im Jahre 1762. unter einer andern Geſtalt erfunden iſt. M. ſ. *Lichtenberg* de nova methodo, naturam ac motum fluidi electrici inveſtigandi, in Nov. comment. ſoc Gotting. T. VIII. ad ann. 1777. p. 168. Es ſind alſo bey dem Elektrophor

phor folgende Stücke als weſentlich zu betrachten; 1. die nichtleitende Materie, als das Glas, das Harz, welche der Kuchen genennet wird; 2. der leitende Körper, worauf dieſer Kuchen ſich befindet, als das metallene Gefäß, das mit Stanniol überzogene Bret, welcher die Form, oder die Schüſſel, oder der Teller heißt; man nennt auch dieſe beyden weſentlichen Stücke zuſammen die Baſis; 3. die an den ſeidenen Schnüren befeſtigte Platte, welche man den Deckel nennt.

§. 726.

Zu dem Kuchen eines Elektrophors iſt eine jede nichtleitende Materie geſchickt, als Glas, Harz, Pech, Colophonium, Schwefel, Siegellack u. d. g. welche durch Reiben mit dazu geſchickten Materien elektriſiret werden kann. Gewöhnlich nimmt man hierzu harzige Subſtanzen, welchen etwas venetianiſcher Terpertin zugeſetzet wird, um ihre Sprödigkeit zu vermindern. Die Form, in welche der Harzkuchen gegoſſen wird, beſteht aus einer reinen Metallplatte, oder aus einem trockenen Brete mit Stanniol, oder mit Goldpapier oder Silberpapier ganz überzogen. Nur muß die Oberfläche ſo viel als möglich recht glatt gemacht, und die Form ganz ohne Ecken und daher vollkommen rund ſeyn. Am Umfange rund herum hat ſie einen Raum von etwa 1 bis 2 Linien Höhe, um das Abfließen der hineingegoſſenen Harzmaſſe zu verhüten. Dieſes eingegoſſene Harz muß mit dem Raume gleich hochſtehen, doch dieſer aber unbedeckt bleiben. Die Oberfläche dieſes Harzkuchens muß vollkommen glatt, ohne Riſſe und ohne Blaſen ſeyn, die untere Fläche deſſelben aber an die obere Fläche der Form oder des Tellers vollkommen genau anſchließen. Wenn etwa beym Aufgießen der Harzmaſſe Blaſen bleiben ſollten, ſo iſt allemal anzura-

zurathen, glühende Platteiſen bereit zu halten, dieſe nahe an die Blaſen zu bringen, ohne das Harz zu berühren, um die Blaſen durch die Hitze zu tilgen. Sollten etwa auch nach dem Erkalten des Kuchens Riſſe entſtehen, ſo laſſen ſich auch dieſe durch das Ueberfahren mit einem heißen Eiſen zuſchmelzen. Was endlich den Deckel anbetrifft, welcher auch das Schild, der Conduktor, und wegen der Geſtalt, die man ihn ſonſt gab, die Trommel genennet wird, ſo muß dieſer ein vollkommner iſolirter Leiter ſeyn, welcher vollkommen rund, und ringsum ein oder ein Paar Zolle ſchmäler als der Harzkuchen ſelbſt iſt; an dieſen muß er aber ganz genau angeſchloſſen, und ſodann wieder davon weggenommen werden können. Man nimmt hierzu entweder eine runde zinnerne Scheibe, oder eine runde Platte von trocknem Holze, welche mit Stanniol vollkommen glatt allenthalben überzogen wird. Um nun dieſen Deckel iſolirt aufſetzen und abheben zu können, befeſtiget man an der Oberfläche im Umkreiſe drey oder vier ſeidene Schnüren, welche in der Höhe von etwa 10 bis 12 Zollen zuſammengeknüpft werden, oder man küttet in der Mitte eine gläſerne Röhre an, welche überfirnißt wird; dieſer gläſerne Handgriff gewähret noch den Vortheil, daß man den Deckel auch in andere Lagen als der horizontalen bringen kann.

§. 727.

Die Elektricität des Harzkuchens wird durchs Reiben mit weichem neuen Flanell, oder mit einem Katzenfelle oder durch Peitſchen mit einem Fuchsſchwanze erwecket. Ein ſolcher Harzkuchen behält die entwickelte Elektricität eine geraume Zeit, und aus dieſem Grunde läßt ſich der Elektrophor ſelbſt als eine Elektriſirmaſchine gebrauchen, und die nöthigſten elektriſchen Verſuche mit ihm anſtellen, wenn er

nur

nur gehörig vor Feuchtigkeit geſchützet wird. Die Elektricität in dem Harzkuchen wird am ſtärkſten, wenn der Teller nicht iſoliret iſt. Wenn alſo der Teller etwa auf einem Tiſche oder ſonſt auf einer Unterſtützung ruhet, welche nicht genugſam leitete, ſo wird es vortheilhaft, an ſelbigem einen Metalldraht anzubringen, und ſelbigen mit der Erde zu verbinden.

§. 728.

Der auf dieſe Weiſe elektriſirte Harzkuchen zeigt nun folgende Erſcheinungen:

1. Setzt man den Deckel horizontal auf den Kuchen, und hebt ihn hernach an den ſeidenen Schnüren oder an dem gläſernen Handgriff ab, ſo zeigt er gar keine Elektricität, wenn er auſſer der Atmoſphäre des Harzkuchens gebracht iſt.
2. Bringt man den Deckel wieder auf den Harzkuchen, und berührt ihn nun, ſo erhält man einen kleinen aber ſchneidenden Funken, und er verliert alle Elektricität, ſo lange er auf dem Kuchen liegt. Erhebt man ihn hierauf, bringt ihn auſſer der elektriſchen Atmoſphäre des Harzkuchens, und berührt ihn dann wieder, ſo erhält man abermals einen Funken.
3. Iſt der Elektrophor nicht iſoliret, der Deckel auf den Harzkuchen gebracht, und man berührt ſodann mit dem einen Finger den Deckel und mit dem andern die Form, ſo erhält man bey ſtarker Elektricität einen erſchütternden Schlag, wie aus der geladenen Leidner Flaſche.
4. Das Verfahren von n. 2 und 3. läßt ſich ſo oft als man will wiederholen und der Erfolg iſt immer der nemliche, ohne daß der Kuchen etwas merkliches von ſeiner Elaſticität verlieret. Auf dieſe Weiſe kann man bey einer einzigen Reibung des Elektrophors oft Monatelang elektriſche Funken erhalten. Deswegen heißt auch der Elektrophor ein beſtändiger Elektricitätsträger.
5. Wenn mit dem Deckel, welcher auf den Kuchen geſetzt iſt, ein Elektrometer in leitender Verbindung iſt, ſo zeigt dieſer — E, wenn der Kuchen — E hatte; beſtändig die gleichnamige des Kuchens.

6.

6. Wenn der auf dem Kuchen berührte Deckel auſſer der Atmoſphäre des Kuchens gebracht wird, ſo zeigt er alsdenn + E, wenn der Kuchen — E hatte; immer die entgegengeſetzte Elektricität des Kuchens.

7. Wird die Baſis iſoliret, ſo erhält man bey Berührung des Deckels einen ſtechenden Funken, wenn er auf den Kuchen iſt geleg worden; jedoch iſt dieſer Funken nicht ſo ſtark, als wenn die Baſis nicht iſoliret iſt; berühret man den Deckel und die Form zugleich, ſo bekommt man ebenfalls, wie bey der nicht iſolirten Baſis, einen Erſchütterungsfunken.

8. Wenn nach dieſen Berührungen n. 7. der Deckel in die Höhe gehoben wird, ſo zeigt nicht allein dieſer, ſondern auch die Form Elektricität, und zwar jener + E, und dieſe — E, wenn der Kuchen — E hatte, allemal der Deckel die entgegengeſetzte, die Form aber die gleichnamige des Kuchens.

9. Wenn der in der Höhe berührte Deckel zum zweytenmale auf den Kuchen geſetzt wird, nachdem man das erſtemal die Form und den Deckel zugleich berühret hatte, ſo bekommt man bey der zweyten ähnlichen Berührung einen ſchwachen Erſchütterungsfunken, oder auch gar keinen.

10. Wenn der Deckel nach gehöriger Berührung auf dem Kuchen in die Höhe gezogen wird, und nun ohne ihn zu berühren, zum andernmal niedergelaſſen wird, ſo ſind in allen Fällen Form und Deckel ganz todt, und zeigen gar kein Merkmal einer Elektricität.

§. 729.

Aus dieſen Erſcheinungen läßt es ſich leicht begreifen, daß der Deckel durch Auſſetzung auf den Kuchen und durch das Abnehmen von demſelben eben dieſe Dienſte thut, wie der elektriſirte Conduktor an der Maſchine nur mit der größern Unbequemlichkeit, daß der Deckel bey der Berührung in der Luft ſeine Elektricität verlieret, und erſt wieder neue durchs Auſſetzen und Abnehmen von dem Kuchen erhält. Es läßt ſich alſo mittelſt eines Elektrophors eben ſo gut,

als wie mit der Maſchine die Leidner Flaſche laden. Iſt nemlich die äuſſere Belegung der Flaſche nicht iſoliret, oder mit einem leitenden Körper in Verbindung; ſo bringt man den iſolirten Deckel nach dem Abnehmen vom Kuchen an den Knopf des mit der innern Belegung der Leidner Flaſche in Verbindung ſtehenden leitenden Drahtes; wiederholt man dieſe Arbeit, ſo kann dadurch die Flaſche ſtark mit Elektricität geladen werden. Auch läßt ſich die Flaſche durch das Elektrophor auf entgegengeſetzte Art laden, wenn man die Flaſche am Knopfe hält, und den Funken des Deckels in die äuſſere Belegung übergehen läßt. Vermittelſt einer geladenen Flaſche läßt ſich auch die Elektricität des Elektrophors verſtärken; ſoll nemlich der Elektrophor mehr — E erhalten, ſo ſtellt man die an der innern Belegung mit + E geladene Flaſche auf den Kuchen, faßt ſie oben beym Kopfe an, und führt ſie ſo auf dem Kuchen hin und her; ſoll aber der Kuchen noch mehr + E erhalten, ſo fährt man mit dem Knopfe der Flaſche auf dem Kuchen herum, indem man ſie bey ihrer äuſſern Belegung anfaßt.

§. 730.

Alle dieſe angeführten Phänomene laſſen ſich aus dem Geſetze der Vertheilung der Elektricität ohne Schwierigkeit erklären. Daß hier eigentlich keine Mittheilung der Elektricität ſtatt findet, läßt ſich leicht daraus begreifen, weil bey glatten Oberflächen leitender Körper auch in der Berührung mit elektriſirten Körpern kein Uebergang von Elektricität durch Mittheilung ſo leicht ſtatt findet (§. 716.). Wird der Harzkuchen gerieben oder gepeitſcht, ſo wird ſein natürliches — E auf der Oberfläche frey, und zeigt daher auch — E. Setzt man nun den Deckel auf dieſen mit — E elektriſirten Kuchen, ſo ſtößt dieſes

— E

— E das E des Deckels nach der obern Seite des Deckels fort, und zieht dagegen + E an und bindet ſelbiges. Hebt man den Deckel ohne ihn zu berühren, wieder vom Kuchen weg, ſo verbinden ſich nun das zurückgetretene — E mit dem + E, und kommen dadurch wieder in ihr voriges Gleichgewicht, und es kann daher der Deckel keine Elektricität zeigen. Wird aber der Deckel auf dem Kuchen liegend berühret, ſo ſättiget ſich das zurückgeſtoßene — E mit dem + E des Fingers, und es entſtehet ein Funke; und es wird nun + E — E = o d. h. der Deckel zeigt nun, ſo lange er auf dem Kuchen liegen bleibet, keine Elektricität; hebt man aber den Deckel ab, und bringt ihn auſſer den Wirkungskreis des Kuchens, ſo wird ſein von dem — E des Kuchens gebundenes + E frey, und giebt daher bey Berührung des Fingers einen Funken, indem es ſich mit dem — E des Fingers ſättiget. Wird der Deckel von neuem auf den Harzkuchen gebracht, ſo wird das — E deſſelben zurückgeſtoßen, indem das — E des Kuchens das + E des Deckels anziehet, dadurch kann aber nun das — E des Kuchens nicht mehr ſo viel durch das Reiben an die andere Fläche des Kuchens zurückgetretene + E binden, daher ſtößt dieſes das frey gewordene + E der Form zurück. Wird nun der Deckel und die Form zugleich berühret, ſo gehen nun das + E der Form und das — E des Deckels in einander über, ſättigen ſich, und geben einen erſchütternden Schlag. Weil der Kuchen dem Deckel keine Elektricität mittheilet, ſo iſt es auch leicht zu begreifen, daß der Harzkuchen durch Elektriſirung des Deckels in ſeiner elektriſchen Kraft nicht geſchwächt werde.

§. 731.

Iſt die Baſis des Elektrophors iſoliret, ſo kann nun die Form kein + E abgeben; demnach bindet

dieſes einen Theil — E in dem Harzkuchen, und ſchwächt dadurch die Wirkung ſeiner elektriſchen Atmoſphäre. Bringt man nun den Deckel auf den Kuchen, ſo kann nun allein das noch übrige freye — E des Kuchens nicht ſo viel — E des Deckels zurückſtoßen, und der ſelbigem genäherte Finger wird nun einen geringern Funken geben, als wenn die Baſis nicht iſoliret iſt. Berührt man aber den Deckel und die Form zugleich, ſo entbindet ſich das + E der Form und das — E des Deckels ſättigen ſich, und geben einen wiewohl ſchwächern erſchütternden Funken, als bey uniſolirter Baſis. Wird nach dieſen Berührungen der Deckel in die Höhe gezogen, ſo wird das vom — E des Kuchens gebundene + E frey, und giebt poſitive Elektricität, dies — E des Kuchens aber zieht nun + E von der andern Seite des Kuchens an, und das dadurch an dieſer Seite frey gewordene — E ſtößt das — E in der Form zurück, welche iſoliret iſt, und zeigt ſich daher als freyes — E. Wenn aber der Deckel ohne berührt zu werden, niedergelaſſen wird, ſo kehrt alles in den vorigen Zuſtand zurück, und man bemerkt daher gar keine Elektricität.

Das vom Herrn Hofr. Lichtenberg angegebene doppelte Elektrophor, um beyde Elektricitäten, die poſitive und negative, auf eine bequeme Art gleich beyeinander zu haben, findet man beſchrieben in Lichtenbergs Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte I. B. 2. St. S. 42. u. f.

§. 732.

Noch ein anderes merkwürdiges Werkzeug dem Elektrophor ähnlich, wodurch auch die allerſchwächſten Grade der künſtlichen und natürlichen Elektricität merklich gemacht werden können, iſt Volta's Con-

Condenſator der Elektricität, Mikroelektrometer, Mikroelektroſkop. Dieſer Condenſator iſt zuſammengeſetzt aus zweyen Theilen: 1. aus einer Platte von einer ſchlechtleitenden oder halbleitenden Materie; 2. aus einem Deckel, welcher wie der Deckel des Elektrophors, mittelſt ſeidener Schnüren oder eines gläſernen Handgriffes aufgehoben, und niedergelaſſen werden kann.

§. 733.

Die Platte des Condenſators wird aus trockenen und reinen Marmor- oder Alabaſterplatten, Achat, Chalcedon, Elfenbein, mit Leinöl getränktes trocknes Holz, oder dergleichen mit dünnen Firniß oder Siegellack überzogen u. d. g. halbleitenden Materien verfertiget. Dieſe Platte muß nicht iſoliret werden, ſondern mit dem Fußboden in einer Verbindung ſtehen. Was den Deckel betrifft, ſo iſt dieſer von Metall und dem Deckel des Elektrophors vollkommen gleich. Er muß eben auch ohne Ecken und Schärfen ſeyn, aber vollkommen genau an die Platte des Condenſators anſchließen. Man kann ſich auch blos einer Metallplatte bedienen, welche an der untern Seite mit Taffet glatt überzogen iſt, und an der andern Seite ſeidene Schnüre hat; dieſe gebraucht man alsdenn ohne eine untere Platte nöthig zu haben, wenn man ſelbige auf einen Tiſch, Stuhl, Buch u. d. g. legt. Bey dieſem Werkzeuge kommt alles vorzüglich darauf an, daß die dem Deckel zugeführte Elektricität in der Baſis keine urſprüngliche Elektricität erwecke, wodurch die Baſis elektrophoriſch wird, und die ganze Vorrichtung dadurch ſo lange unbrauchbar wird, bis man der Baſis ihre Elektricität völlig beraubt hat, welches aber keine ſo leichte Sache iſt. Dies nun gänzlich zu vermeiden, hat Herr Hofr. Lichtenberg folgende Einrichtung

angegeben: Man lege auf eine Metallplatte, wozu die äuſſere Seite eines jeden flachen zinnernen Tellers gebraucht werden kann, drey Stückchen dünnes Fenſterglas in ein beynahe gleichſeitiges Dreyeck. Je kleiner die Stückchen Glas ſind, deſto beſſer ſind ſie; Herr Lichtenberg nahm ſie in der Größe des Buchſtabens o. Auf dieſe Unterlage wird nun der Deckel des Condenſators geſetzt, welcher ſonſt die metallene Platte nicht weiter berühren muß. Hierdurch wird nun der gewöhnliche Fehler des Condenſators vermieden, daß nemlich wegen der zwiſchen zweyen Leitern erhaltenen dünnen Luftſchicht die Baſis nicht elektrophoriſch werden kann. Beym jedesmaligen Gebrauch iſt es rathſam, beyde Platten zu erwärmen. M. ſ. Erxlebens Anfangsgründe der Naturlehre. Götting. 1794. 8. §. 538. g.

§. 734.

Die Wirkung des Condenſators iſt dieſe, daß der Deckel, welcher auf der nicht iſolirten Baſis ſtehet, alle ihm vorher mitgetheilte Elektricität nicht nur weit feſter an ſich hält, ſondern auch weit mehr neue Elektricität anzunehmen fähig iſt, als wenn er völlig iſoliret wäre. Dieſe Wirkung beruhet ganz allein auf der Lehre der elektriſchen Wirkungskreiſe. Wird nemlich ein elektriſirter Körper in den Wirkungskreis eines andern mit ſeiner natürlichen Elektricität verſehenen Körpers gebracht, ſo wird ein Theil des $\pm$ E im elektriſirten Körper durch das $\mp$ E des andern gebunden, und erlangt dadurch die Fähigkeit noch mehr $\pm$ E von andern Körpern aufzunehmen. Dieſe Fähigkeit mehr Elektricität aufzunehmen, wird freylich bey der Berührung am größten ſeyn, nur muß alsdenn kein Uebergang der Elektricität durch Mittheilung ſtatt finden. Um dieſes nun zu verhüten, dienen eben die vom Herrn Lichtenberg angegebenen drey

Stück-

Stückchen Glas zwiſchen der Baſis und dem Deckel. Geſetzt alſo, es würde dem Deckel des Condenſators Elektricität zugeführt z. B. + E, ſo wird nun vermöge des Geſetzes der elektriſchen Atmoſphäre das natürliche — E der Baſis jenes + E binden, dadurch nimmt aber die Fähigkeit des Deckels zu, noch mehr + E aufzunehmen, wenn demſelben dergleichen zugeführet wird. Dies + E wird aber ſo lange, als der Deckel auf der Baſis ruhet, unbemerkbar bleiben, und dann erſt ſich frey zeigen, wenn der Deckel von der Baſis abgenommen wird.

§. 735.

Durch dieſes Inſtrument hat man bereits verſchiedene wichtige Entdeckungen gemacht. Wenn man mit dem Knopf der entladenen Leidner Flaſche den Deckel des Condenſators berühret, ſo zeigen ſich noch Spuren von Elektricität, welche die Flaſche gar nicht mehr zeigte. Zuweilen geſchiehet es auch wohl, daß in einem ſolchen Falle der Deckel keine Spur einer Elektricität zeigt; alsdenn kann man mit der Kante dieſes Deckels einen andern Deckel eines kleinern Condenſators berühren. Auf dieſe Weiſe wird die zerſtreuete Elektricität noch mehr condenſiret und bemerklich gemacht, wenn der Deckel von der Baſis weggenommen wird. Ferner hat man bey den Zerſtörungen und Entſtehungen neuer Körperarten, wobey Wärmematerie entwickelt wird, vermöge des Condenſators Elektricität wahrgenommen, wie z. B. bey verſchiedenen Auflöſungen, beym Verbrennen der Kohlen, beſonders wenn Waſſer auf ſelbige geſpritzet wird, bey der Ausdünſtung des Waſſers, bey der ſtarken Bewegung des menſchlichen Körpers u. d. g. mehr. Ueberhaupt iſt dieſes Inſtrument vorzüglich geſchickt, die ſchwächſte Elektricität an Körpern bemerkbar zu machen; ſo werden Körper, welche man durch Reiben

nicht das mindeſte zu elektriſiren glaubte, durch den Condenſator elektriſch befunden. Ueber des Volta Condenſator der Elektricität ſ. m. Leipzig. Sammlung zur Phyſik und Naturgeſch. III. B. 2. Stück n. 1.

§. 736.

Mit dieſem Condenſator kommt der vom Herrn Cavallo angegebene Collektor, Elektricitätsſammler überein. Dieſer iſt im Grunde der Condenſator, wie ihn Herr Lichtenberg vorgeſchlagen hat, mit einer doppelten Luftſchicht. Dieſer Collektor beſteht aus einer ebenen Zinnplatte, 13 Zoll lang und 8 Zoll breit, an den beyden kürzern Seiten ſind zwey zinnerne Röhren angelöthet, welche an beyden Enden offen ſind. Die untern Oeffnungen dieſer beyden Zinnröhren werden auf die obern Enden zweyer auf einem hölzernen Fußgeſtelle vertikal angeküttetenn, und mit Siegellack überzogenen Glasröhren angeküttet, ſo daß die Zinnplatte völlig vertikal auf dem Fußgeſtelle ſteht, und völlig iſoliret iſt. Auf beyden Seiten des hölzernen Fußgeſtelles iſt ein hölzerner Rahmen mittelſt eines meſſingenen Channiers ſo befeſtiget, daß es in die Höhe geſchlagen, und mit der Zinnplatte parallel geſtellt, nachmals aber wieder horizontal niedergelegt werden kann. Ueber die innere Seite dieſer beyden Rahmen iſt von der Mitte ihrer Höhe an, Goldpapier, oder noch beſſer dünner Stanniol ausgeſpannt. Werden nun die Rahmen vertikal geſtellt, ſo berühren dieſe die Zinnplatte nicht, ſondern ſtehen etwa ¼ Zoll davon ab; auch ſind ſie etwas ſchmäler als die Zinnplatte, damit ſie die Zinnröhren auf beyden Seiten nicht berühren. In dieſer vertikalen Stellung der beyden Rahmen werden ſie mittelſt ein Paar an beyden Rahmen befeſtigten Bretterchen durch eine Klammer erhalten. M. ſ. Beſchreibung eines neuen elektriſchen Inſtrumentes, um eine zerſtreuete und wenig

wenig verdichtete Quantität der Elektricität zu ſammlen, von Tiberius Cavallo; aus den Philoſ. transact. Vol. LXXVIII. P. II. überſ. in Grens Journal der Phyſik B. I. S. 275. u. ſ.

§. 737.

Soll dieſes Inſtrument gebraucht werden, ſo ſtellt man es auf einen Tiſch oder an einen bequemen andern Ort, ſetzt ein Flaſchenelektrometer darneben, welches durch einen metallenen Draht mit einer der zinnernen Röhren an der Zinnplatte in Verbindung iſt. Auſſerdem bringt man auch einen Leiter zwiſchen der Zinnplatte und demjenigen Körper an, deſſen Elektricität in derſelben geſammlet werden ſoll. Wenn man z. B. die Elektricität der Luft oder des Regens ſammlen will, ſo ſteckt man einen metallenen Draht in die Oeffnung einer zinnernen Röhre, ſtellt das Inſtrument nahe an die Fenſter, und läßt das andere Ende des Drahts in die Luft ragen. Sind nun die Rahmen vertikal aufgerichtet, ſo binden dieſe als Leiter einen Theil der der Zinnplatte zugeführten Elektricität, dadurch erhält aber dieſe die Fähigkeit, mehr Elektricität aufzunehmen, ohne daß die Elektricität aus der Zinnplatte in die leitenden Rahmen übergehen kann. Werden nun die Rahmen von der Zinnplatte entfernt, indem ſie in die horizontale Lage gebracht werden, ſo wird nun die in der Zinnplatte aufgenommene und vorher gebundene Elektricität frey, und die Kügelchen des Flaſchenelektrometers fahren aus einander. Die Wirkung und den Gebrauch dieſes Inſtrumentes erläutert Cavallo durch verſchiedene Verſuche.

Anmerk. Hieher gehört auch noch Bennets Duplikator der Elektricität, welcher zur Abſicht hat, eine kleine ſonſt nicht bemerkte Menge von Elektricität ſo lange zu condenſiren, bis ſie hinreichend wird, ein Elektrometer zu afficiren,

und überhaupt Wirkungen einer Elektricität zu geben. Dieſem Collektor hat Nicholſon eine vorzüglich ſinnreiche Einrichtung gegeben, welche man überſetzt findet in Grens Journal der Phyſ. B. II. S. 61. u. f. Beſchreibung eines neuen Inſtruments, welches — den doppelten Zuſtand der Elektricität hervorbringt, in einem Schreiben des Herrn W. Nicholſon an Herrn Banks, aus den Philoſ. Transact. Vol. LXXVIII. P. II. p. 403-437.

§. 738.

Obgleich die Elektricität in den neuern Zeiten mit ungemein großem Fleiße bearbeitet iſt, und ſehr viel nützliche Anwendungen zum Wohl der Menſchen gemacht worden, ſo iſt man doch bis jetzt noch nicht ſo glücklich geweſen, die Natur der elektriſchen Materie zu finden. Viele von den jetzigen Naturforſchern ſind geneigt zu glauben, daß es wirklich zwey verſchiedene elektriſche Materien gebe, welche einander auch in der Entfernung ſtark anziehen, nemlich eine poſitive und eine negative, und es erhellet auch aus den angeführten elektriſchen Erſcheinungen, daß ſich ſelbige bey der Annahme von zweyen verſchiedenen elektriſchen Materien ungezwungen und leicht erklären laſſen. Allein man muß doch zugeſtehen, daß ſie nur hypothetiſch angenommen ſind, und daß Franklins Theorie, bey welcher nur eine einzige Materie angenommen wird, dadurch noch nicht widerlegt ſey, wenn auch verſchiedene elektriſche Phänomene nach der Theorie von zweyen entgegengeſetzten elektriſchen Materien beſſer und leichter erkläret werden können, als nach der Frankliniſchen Theorie. Franklin behauptet nemlich, daß die poſitive ein Ueberfluß, und die negative Elektricität ein Mangel ein und der nemlichen elektriſchen Materie ſey. Die Sätze, welche

nach der Franklin[illegible]ſchen Theorie angenommen werden, ſind folgende:

1. Es iſt in allen Körpern eine einzige ganz feine Materie verbreitet, welche die Urſache von den elektriſchen Erſcheinungen enthält.

2. Die Theile dieſer feinen Materie ſtoßen ſich unter einander ab; werden aber von den Theilen anderer Körper angezogen.

3. Die Theile dieſer Körper können eine gewiſſe Menge dieſer Materie aufnehmen, ohne auf ihrer Oberfläche angehäuft zu ſeyn. Haben nun die Körper wirklich dieſe Menge, ſo ſind ſie nicht elektriſiret.

4. Wenn aber die Körper mehr Materie beſitzen, als in dieſem natürlichen Zuſtande, ſo ſind ſie poſitiv elektriſiret; werden im Gegentheil denſelben dieſe beſtimmte Menge der Materie im natürlichen Zuſtande benommen, ſo ſind ſie nun negativ elektriſiret.

5. Der Ueberſchuß oder der Mangel der feinen Materie entſtehet entweder durch Uebergang oder durch proportionirliche Vertheilung.

Aus dieſen Sätzen erkläret ſich zuerſt das Anziehen und das Zurückſtoßen. Sind nemlich zwey Körper poſitiv elektriſiret, ſo ſtoßen ſich die elektriſchen Materien ſtärker zurück, als die Theile der Körper ſelbige anziehen, folglich ſcheinen ſie einander zu fliehen; iſt der eine Körper poſitiv, der andere negativ, ſo wird nun der Ueberfluß der Materie von den Theilen des Körpers, welcher einen Mangel derſelben beſitzet, angezogen, und beyde Körper ſcheinen ſich einander zu nähern; ſind endlich beyde negativ, ſo ſtoßen nun die Theile der in der Luft befindlichen elektriſchen Materie ſich ſelbſt ſtärker zurück, und werden wegen Mangel der elektriſchen Materie von den Theilen der Körper angezogen; daher dringt die Luft zwiſchen die Körper, und die Körper ſcheinen einander abzuſtoßen. Auch die Ladung der Leidner Flaſche wird nach dieſer Theorie ſehr leicht erkläret. Wird nemlich die innere Belegung

gung poſitiv elektriſiret, ſo ſtößt die hier angehäufte elektriſche Materie die an der äuſſern Seite aus, und daher wird dieſe negativ. Werden die äuſſere und innere Belegung durch einen Leiter in Verbindung gebracht, ſo ſtrömt der Ueberfluß der innern Seite auf einmal zu der äuſſern Belegung über, erſetzt dadurch den Mangel derſelben, und ſtellt das Gleichgewicht her, wodurch die Entladung geſchieht. Selbſt die Erſcheinungen des Elektrophors laſſen ſich nach der Frankliniſchen Theorie erklären. M. ſ. Benjam. Franklins Briefe von der Elektricität, a. d. Engl. mit Anmerk. von J. C. Wilke. Leipz. 1758. 8.

§. 739.

Da es aber viele elektriſche Erſcheinungen giebt, welche nach der Franklinſchen Theorie ſehr ſchwer oder wohl gar nicht erkläret werden können, ſo haben in den neuern Zeiten einige Naturforſcher unterſucht, eine andere Theorie zu entwerfen. So hält Herr de Lüc die elektriſche Materie für eine Flüſſigkeit, welche, wie der Waſſerdampf, aus einem fortleitenden flüſſigen oder expanſiven Stoffe, und aus einer Grundlage beſteht, welche letztere er die elektriſche Materie nennt; ein Beſtandtheil des erſtern ſoll das Licht ſeyn. M. ſ. Neue Jdeen über die Meteorologie, von J. A. de Lüc, a. d. Franzöſ. Berlin und Stett. 1787. 8. Th. I. S. 186-424. Auch Herr Prof. Voigt hat ſich eine eigene Theorie entworfen, welche der gewöhnlichen Symmerſchen von zwey beſondern elektriſchen Materien ähnlich iſt. Er belegt den elektriſchen Stoff, welcher im iſolirten Zuſtande das + E giebt, mit dem Namen männlichen, und den, welcher das — E giebt, mit dem Namen weiblichen Stoff. Beyde Stoffe ziehen ſich ſtark an, verbinden ſich ſchnell, wobey im Augenblicke der Paarung der Licht-

ſtoff

ſtoff in Wirkſamkeit geſetzt wird, dadurch Erſchütterungen giebt, ſelbſt Zerſtörungen der Körper bewirket, und einen Phosphorgeruch verurſachet. M. ſ. Verſuch einer neuen Theorie des Feuers, der Verbrennung künſtlicher Luftarten u. ſ. f. von Joh. Heinr. Voigt. Jena 1793. 8. De la Metherie hält die elektriſche Materie für eine Art inflammabler Luft. M. ſ. Eſſai analytique ſur l'air pur et les differentes eſpèces d'air à Paris 1785. 8. Herr von Sauſſüre hält die elektriſche Materie als eine Flüſſigkeit, welche aus Feuer mit einem unbekannten Grundtheile verbunden iſt. M. ſ. Voyages dans les Alpes Tom. III.

§. 740.

Es giebt verſchiedene harte glasartige Steine, welche die Eigenſchaft beſitzen, daß ſie durch die bloße Erwärmung und Erkältung elektriſiret werden. Dahin gehöret vorzüglich der Turmalin oder der Aſchenzieher. Er iſt ein halbdurchſichtiger, ſtumpfeckichter kleiner Stein. Er läßt ſich durch Reiben wie das Glas elektriſiren; durch Erwärmung und Erkältung aber wird er auf eine merkwürdige Art elektriſiret; er zeigt nemlich nicht die Elektricität auf der ganzen Oberfläche, ſondern nur an zweyen einander entgegengeſetzten Punkten, welche auch die Pole genannt werden. Der eine Pol beſitzet poſitive und der andere negative Elektricität; derjenige Pol, welcher bey der Erwärmung poſitiv iſt, wird bey der Erkältung negativ und umgekehrt. Uebrigens iſt die Elektricität beym Turmalin durch Erkältung weit ſtärker als durch Wärme. Die vorzüglichſten Eigenſchaften des Turmalins in Rückſicht der Elektricität findet man angegeben in Cavallos vollſtänd. Abhandl. der Lehre von der Elektricität S. 26. ff. Faſt alle harte Edelſteine,

ſteine, als der Braſilianiſche Topas, der Boracit u. ſ. ſind in Anſehung der elektriſchen Pole, welche ſie durch Erwärmung und Erkältung erhalten, dem Turmaline völlig ähnlich. M. ſ. Wilke Geſchichte des Turmalins in den ſchwed. Abhandl. B. XXVIII. S. 95. ff. *Bergmann* de vi electrica Turmalini in ſeinen opuſc. phyſ. chem. Vol. V. S. 402. ff. Ueber die Elektricität des Boracites, oder Boraxſpathes vom Herrn Abt Haüy in Grens Journal der Phyſik. B. VII. S. 87. f.

§. 741.

Nicht nur gewiſſe Steine zeigen unter mancherley Umſtänden eine ihnen eigene natürliche Elektricität, ſondern auch gewiſſe Fiſche. Vorzüglich wurde ſie am ſtärkſten an dem Zitteraal, elektriſchen Aal (Gymnotus electricus) bemerket. Man findet ihn in den Gewäſſern von Amerika zwiſchen den Wendekreiſen. Er beſitzt die ſtärkſte Elektricität im Schwanze, und wenn er ſich im Waſſer ſchnell bewegt; die elektriſchen Erſchütterungen ſchleudert er durch das Waſſer wohl auf 15 Fuß fort, ſo daß er dadurch die Fiſche, welche ſich ihm nähern, und welche er etwa fangen oder gegen welche er ſich wehren will, betäubt oder gar tödtet. Wenn ein Menſch ſelbigem im Waſſer berühret, ſo erhält er einen heftigen erſchütternden Schlag, welcher dem durch die Entladung einer Leidner Flaſche ähnlich iſt. Bey Berührung dieſes Fiſches durch Nichtleiter erfolget kein Stoß. Es gehöret ferner hieher der Zitterfiſch oder Zitterrochen (Raja torpedo). Er iſt ein platter ganz glatter Fiſch, welcher im mittelländiſchen und perſiſchen Meere auch in der Oſtſee angetroffen wird. Er beſitzt gewiſſe nervichte Theile, durch welche er diejenigen, welche ihn berühren entweder

weder mit bloßer Hand oder mit leitenden Körpern, elektriſch erſchüttert. Aehnliche wiewohl ſchwächere elektriſche Wirkungen ſind auch am Zitterwels (ſilurus electricus) und am elektriſchen Stachelbauch (tetrodon electricus) bemerkt worden.

§. 742.

Es iſt wahrſcheinlich, daß die Elektricität auch bey allen andern Thieren wirkſam iſt, ob ſich gleich ſelbige durch erſchütternde Funken, wie bey vorgenannten Fiſchen, nicht zu erkennen giebt. Neuere Verſuche haben auch wirklich gelehret, daß dies nicht ganz bloße Muthmaßung iſt. Der erſte, welcher die thieriſche Elektricität an einem Froſche wahrnahm, iſt Aloyſius Galvani. Nachher haben verſchiedene andere ſich mit dieſem Gegenſtande beſchäftiget, welcher freylich noch einer genauern Erörterung verdienet. Man kann hiervon folgende Schriften nachleſen: *Aloyſii Galvani* de viribus electricitatis in motu muſculari commentarius. Bonon. 1791. 4. Galvani Abhandlung über die Kräfte der thieriſchen Elektricität auf die Bewegung der Muskeln, nebſt einigen Schriften der Herren Valli, Carminati und Volta, herausgeg. vom D. Johann Mayer. Prag 1793. 8. D. *Chriſt. Henr. Pfaff* diſſert. de electricitate animali. Stuttgard. 1793. 8. Deutſch: Abhandlung über die ſogenannte thieriſche Elektricität in Grens Journal d. Phyſ. B. VIII. S. 196. ff. Fortgeſetzte Bemerkungen über die thieriſche Elektricität von Herrn D. Pfaff. ebendaſ. S. 377. u. f.

§. 743.

In den neuern Zeiten hat man ſich auch vorzüglich Mühe gegeben, die Elektricität bey verſchiedenen Krankheiten als ein ſehr kräftiges Mittel anzuwen-

zuwenden. Sie wird freylich allemal mit gewiſſer Vorſicht gebraucht werden müſſen. Aus Erfahrungen hat man gefunden, daß die elektriſche Materie dem Kranken anfänglich am vortheilhafteſten ſey, wenn man ſie allmählig in den kranken Körper überſtrömen läßt; bey Lähmungen aber und bey ſonſt geſundem Körper können auch ſogleich elektriſche Schläge nützlich ſeyn. Am gewöhnlichſten und beſten wird bey einem ſiechen Körper mit dem ſchwächſten Grade der Elektricität, mit dem Ausſtrömen einer metallenen Spitze angefangen, ſodann gebraucht man hölzerne Spitzen, hierauf zieht man ſchwächere alsdenn ſtärkere Funken heraus, und zuletzt werden, wenn es nöthig gefunden wird, ſchwache elektriſche Schläge gegeben. Hierbey muß jedoch beſtändig auf die Beſchaffenheit des Kranken Rückſicht genommen werden. Ob man nun gleich ſtarke Schläge bey den Krankheiten vermeiden muß, ſo iſt es doch rathſam, ſich groſſer Maſchinen zu bedienen, wenn das Ausſtrömen der Elektricität durch Spitzen wirkſam und mit gehöriger Stärke erfolgen ſoll. Um die Elektricität auf die kranken Theile des Körpers überſtrömen zu können, ſind eigene Werkzeuge dazu erfunden worden, welche die Zuführer oder Direktoren genennet werden. Es beſteht ein ſolcher Direktor aus einem etwas dicken meſſingenen entweder geraden oder gebogenem Drahte, der ſich in eine Spitze endiget, an welcher Knöpfe von verſchiedenen Formen angeſchraubt werden können; an dem andern Ende des Drahtes befindet ſich ein gläſerner Handgriff, auch iſt an dem Drahte ein Haken befeſtiget, an welchem eine metallene Kette bequem gehängt werden kann. Wenn nun dieſe an den Zuführer befindliche Kette an dem erſten Leiter des Conduktors gehängt, und die metallene Spitze des Zuführers nach dem kranken Theile des Körpers gerichtet wird, ſo ſtrömt die Elektricität dadurch in den

kran-

kranken Körper über. Uebrigens verweiſe ich auf folgende Schriften: Cavallo Verſuch über die Theorie und Anwendung der mediciniſchen Elektricität, a. d. Engl. Leipzig 1782. 8. Geſchichte der mediciniſchen und phyſikaliſchen Elektricität, und der neueſten Verſuche, welche in dieſer Wiſſenſchaft gemacht worden ſind, von D. K. G. Kühn. Leipzig 1785. 2 Th. 8. Böckmann über Anwendung der Elektricität bey Kranken. Durlach 1787. 8. Anwendung und Wirkſamkeit der Elektricität zur Unterhaltung und Wiederherſtellung der Geſundheit des menſchlichen Körpers, von K. G. Kühn. Weiſſenſ. u. Leipz. 2 B. 1788. 1789. 8. D. Deimann von den guten Wirkungen der Elektricität in verſchiedenen Krankheiten, aus dem Holländ. mit Anmerk. u. Zuſätz. von K. G. Kühn. Kopenhagen 2 Bände, 1793. 8. Die neueſten Entdeckungen in der phyſikaliſchen und mediciniſchen Elektricität von K. G. Kühn. I. Th. Leipzig 1796. 8.

Einige Schriften von der Elektricität:

1. Joh. Heinr. Waiz Abhandlung von der Elektricität und deren Urſachen. Berlin 1745. 4.
2. Eſſai ſur l'electricité des corps par M. l'Abbé *Nollet*. à Paris 1746. 12.

   Nollets Verſuch einer Abhandlung über die Elektricität der Körper. Erfurt 1749. 8.
3. Elektriſche Experimente im luftleeren Raume von Joh. Friedr. Hartmann. Hannov. 1766. 8.
4. The hiſtory and preſent ſtate of electricity, with original experiments by *Joſeph Prieſtley*. Lond. 1769. gr. 4.

   Herrn Joſeph Prieſtley Geſchichte und gegenwärtiger Zuſtand der Elektricität nebſt eigenthümlichen Verſuchen, überſetzt von Joh. Georg Krünitz. Berlin und Stralſ. 1772. 4.

5. Ehrmann Beſchreibung und Gebrauch einiger elektriſchen Lampen, a. d. Franzöſ. mit 1 Kupf. Strasburg 1780. 8.

6. Elektriſche Pauſen von J. F. Groß. Leipz. 1776. 8.

7. Die Lehre von der Elektricität theoretiſch und praktiſch auseinander geſetzt von Joh. Aug. Donndorf. Erfurt 1784. 8.

8. Reviſion der vorzüglichern Schwierigkeiten in der Lehre von der Elektricität, beſonders ſo viel den Dualismus betrifft, in Briefen, herausgegeb. von L. L. Leipzig 1789. 8.

9. Elektriſche Zauberverſuche, den Freunden der Elektricität von G. H. Seiferheld, mit 11 Kupf. Nürnb. 1793. 8.

Zehntes Kapitel.

Von der magnetiſchen Materie.

§. 744.

Der **Magnet** (magnetes) gehöret mit unter die ſchweren Steine, und iſt eigentlich ein Eiſenerz, von Farbe meiſtentheils ſchwärzlich oder dunkelbraun und iſt ſehr hart, doch auch öfters ſo weich, daß man ihn mit dem Nagel ſchaben kann. Er unterſcheidet ſich aber von allen übrigen Körpern dadurch, daß er mit einer gewiſſen Kraft das Eiſen an ſich zieht, und ſelbiges in dieſem Zuſtande hält. Die Kraft des Anziehens des Magneten äuſſert ſich ſchon in die Ferne, und wenn das Eiſen leicht beweglich iſt, ſo wird auch dieſes ſich gegen den Magneten hin bewegen und daran hängen bleiben; eben dies geſchieht auch umgekehrt, wenn der Magnet Beweglichkeit genug hat, ſo bewegt er ſich gegen das Eiſen hin. Legt man z. B. eine

einen Magnet in Eiſenfeil, ſo hängt ſich dieſe um jenen wie ein Bart an. Das merkwürdigſte bey den Magneten iſt, daß man an ihm gewöhnlich zwey gerade einander entgegengeſetzte Punkte findet, wo ſich die kleinen Eiſenfeilſpitzen in größter Menge und ſenkrecht auf die Oberfläche anlegen. Dieſe beyden Punkte nennt man die Pole des Magnets, und die gerade Linie von dem einen Pol zum andern die Axe (axis). Es laſſen ſich dieſe beyden Punkte oder Pole am beſten durch einen feinen von 2 bis 3 Linien langen eiſernen Draht finden; fährt man nemlich mit dieſem auf der Oberfläche des Magnetes herum, ſo wird es ſich gerade über den Polen ſenkrecht aufſtellen, und ſich deſto mehr neigen, je weiter es von demſelben entfernet iſt. Es giebt auch Magnete, welche mehr als zwey entgegengeſetzte Pole haben, und die zuſammengeſetzte oder anomaliſche Magnete genennet werden.

§. 745.

Die Kraft, womit der Magnet das Eiſen anzieht, hängt weder von ſeiner Härte noch von ſeiner Farbe, noch auch von ſeiner Geſtalt ab. Mit der Entfernung des Eiſens vermindert ſich dieſe Kraft; allein man hat noch kein allgemeines Geſetz finden können, nach welchem die Zunahme und Abnahme der Kraft ein und des nemlichen Magnetes in Anſehung der Wirkung auf das Eiſen, welches in verſchiedenen Entfernungen vom Magnete ſich befindet, ſich richtete. Der Herr von Sauſſüre hat durch ſein Magnetometer gefunden, daß die Kraft ein und des nemlichen Magnetes gegen das Eiſen an verſchiedenen Orten verſchieden iſt. M. ſ. Sauſſüre Beſchreibung eines neuen Magnetometers; in ſeinen Reiſen durch die Alpen. Th. II. S. 126. ff.

§. 746.

Die Erfahrung lehrt, daß der Magnet das Eiſen im vollkommenſten reguliniſchen Zuſtande am ſtärkſten anzieht; dagegen nimmt die Anziehung ab, wenn das Eiſen vererzt oder in Säuren aufgelöſet iſt. Sonſt war man wohl der Meynung, daß das Eiſen in Säuren aufgelöſet von den Magneten nicht mehr angezogen würde; allein Herr Brugmann hat hiervon das Gegentheil dargethan. Auch bey den Miſchungen des Eiſens mit andern Metallen findet noch eine Anziehung von dem Magnete ſtatt; und eben wegen der Beymiſchung der Eiſentheile wird auch die Platina, der Koboldkönig und der Nickelkönig vom Magnete angezogen; am meiſten wird das Anziehen des Eiſens von dem Magnet durch Beymiſchung des Arſeniks geſchwächt. M. ſ. Anton Brugmanns Beobachtungen über die Verwandſchaften des Magnets, aus d. Latein. überſ. von M. C. G. Eſchenbach. Leipz. 1781. 8. Beweis, daß das Eiſen nicht das einzige Metall ſey, welches der Magnet in ſeiner Reinigkeit anzieht, ſondern daß er auch dieſe anziehende Kraft gegen das Metall des allerreinſten blaufärbenden Koboldkönigs äuſſere, von Herrn J. E. Kahl; in Crells neueſt. Entdeckung. Th. VII. S. 39. ff.

§. 747.

Wenn die Seiten eines Magnetes, an welchen ſich die Pole befinden, recht glatt abgeſchliffen werden, und dünne eiſerne Platten, welche ſich in dickere eiſerne Maſſen, die wie Füße geſtaltet ſind, endigen, recht glatt angeleget werden, ſo findet man, daß dieſe Platten oder ihre Füße das Eiſen noch weit ſtärker anziehen, als der bloße Magnet. Den auf dieſe Art eingerichteten Magnet nennt man bewaffnet oder armirt, und die Eiſenplatten, welche ſich in ſtärkern Füßen unten enden, die Armatur oder den Panzer.

Die

Die Platten werden mehrentheils durch ein hinlänglich ſtarkes Eiſen nach oben zu miteinander vereiniget, welches in der Mitte einen Haken hat, um den armirten Magnet aufhängen zu können. Will man die Stärke der Anziehung des Eiſens durch angehängte Gewichte bequem beſtimmen, ſo gebraucht man hierzu einen eiſernen Stab, welcher in der Mitte einen Haken beſitzet, die Gewichte daran zu hängen, und deſſen platte Enden die beyden Füße oder die künſtlichen Pole des Magnets berühren. Dieſen Stab nennt man den Anker.

§. 748.

Wenn man einen kleinen Magnet auf ein Stückchen Kork oder Holz legt, und auf dieſe Weiſe auf dem Waſſer ſchwimmen läßt, hierauf einen andern kleinen Magnet demſelben nähert, ſo wird man finden, daß der eine Pol des genäherten Magnets den einen Pol des ſchwimmenden in einer Entfernung anzieht, und der andere Pol jenes den andern Pol dieſes Magnets in einer Entfernung zurückſtößt. Dieſer Verſuch läßt ſich noch leichter durch eine ſtählerne auf einer Spitze ruhenden und beweglichen künſtlichen Magnetnadel, deren Pole in den Spitzen liegen, zeigen. Hält man den einen Pol eines Magnets an die eine Spitze der Magnetnadel, ſo wird dieſe angezogen, hält man den nemlichen Pol des Magnets gegen die andere Spitze der Nadel, ſo wird dieſe zurückgeſtoßen; der andere Pol des Magnets hingegen ſtößt diejenige Spitze der Nadel zurück, welche der erſtere anzieht, und zieht diejenige an, welche jener zurückſtößt. Die Anziehung und das Abſtoßen der Pole zweyer Magneten nimmt eben ſo, wie das Anziehen des Eiſens von dem Magnet, mit der Entfernung immer mehr und mehr ab; bey ſtarken Magneten kann ſich jedoch dieſe magnetiſche Kraft auf eine beträcht-

trächtlich große Weite erſtrecken. Auch hat noch auſſerdem die Erfahrung gelehrt, daß die Stärke des Anziehens und Abſtoßens der Pole zweyer Magneten, ſo wie auch die Stärke gegen das Eiſen bey gleicher Entfernung ein und die nemliche bleibt, es mögen ſich zwiſchen beyden Magneten oder zwiſchen dem Eiſen und Magnet Körper befinden, welche man will, nur nicht ſolche, welche des Magnetismus durch Mittheilung ſelbſt fähig ſind wie das Eiſen. Selbſt findet die magnetiſche Kraft im luftleeren Raume ſtatt.

§. 749.

Wegen der Wirkung des Anziehens und Zurückſtoßens der Pole zweyer Magneten gegen einander nennt man die einander anziehenden Pole freundſchaftliche oder einige (poli amici), die einander zurückſtoßenden aber feindliche oder uneinige (poli inimici).

§. 750.

Folgende Verſuche beſtätigen die bisher angegebenen Eigenſchaften des Magnetes aufs vollkommenſte.

1. Eine an einem Faden aufgehängte Nehnadel wird von dem Magnet in der Entfernung angezogen.
2. Wird Eiſenfeil auf einem Papier auf dem Waſſer oder auf dem Queckſilber zum Schwimmen gebracht, ſo wird ſelbige von einem genäherten Magnete in der Entfernung angezogen.
3. Wird ein kleiner Magnet auf ein Stückchen Holz auf dem Waſſer oder auf dem Queckſilber zum Schwimmen gebracht, ſo zieht ihn ein genähertes Stück Eiſen in der Entfernung an.
4. An einem Magnet, welcher in Eiſenfeile herumgewälzet worden und hernach herausgenommen wird, hängen die kleinen ſpitzigen Eiſentheilchen an den Polen am ſtärkſten und auf der Oberfläche des Magnets ſenkrecht.

5. Ein Tropfen friſche Eiſenauflöſung in Vitriolſäure auf einem auf Waſſer ſchwimmenden Papiere gebracht, wird von dem Magnete etwas angezogen.

6. Metallplatten, Glasplatten, Breter u. d. g. zwiſchen einem Magnet und Eiſenfeil gebracht hindern die magnetiſche Kraft gegen das Eiſen nicht.

7. Eiſenfeile unter der ſehr verdünnten Luft unter der Glocke einer Luftpumpe gebracht wird von einem äuſſern Magnet nach allen Richtungen angezogen.

8. Eine Magnetnadel unter die Glocke der Luftpumpe wird an der einen Spitze von dem einen Pol eines äuſſern Magnets angezogen, an der andern Spitze aber abgeſtoßen und umgekehrt.

§. 751.

Das Eiſen, und aus bald anzuführenden Urſachen beſonders der Stahl iſt geſchickt, durch Mittheilung die magnetiſche Kraft zu erlangen, und dadurch alle Eigenſchaften eines Magnets zu beſitzen. Ein ſolches magnetiſch gemachtes Eiſen oder Stahl heißt überhaupt ein künſtlicher Magnet. Der künſtliche Magnet zieht oft das Eiſen noch ſtärker als der natürliche Magnet, beſitzet eben ſo wie dieſer die beyden Pole, welche eben ſo wie die Pole der natürlichen Magnete gegen einander wirken.

§. 752.

Es kann dem Eiſen oder dem Stahl die magnetiſche Kraft vermittelſt eines natürlichen Magnets auf unterſchiedliche Art mitgetheilet werden. So lehret ſchon die Erfahrung, daß ein eiſerner oder ſtählerner Stab von einigen Zoll Länge, welcher mit dem einen Ende an einen künſtlichen Pol eines natürlichen Magnets eine Zeitlang gehangen hat, die Fähigkeit erhält, Eiſenfeil anzuziehen, und zeigt an dem Ende, womit er den Pol des Magnetes berührte, den entgegengeſetzten Pol des Magnets. Hierdurch läßt

es ſich einſehen, daß die Theile der Eiſenfeile, die ſich an den armirten Magnet hängen, ſelbſt kleine Magnete werden, die wieder andere Theile Eiſenfeil anziehen, und auf dieſe Weiſe eine große Menge Eiſenfeile gleichſam ſchwebend erhalten.

§. 753.

Will man aber eiſernen oder ſtählernen viereckigen prismatiſchen Stangen, welche nicht ſo dick ſeyn müſſen, eine ſtarke und dauerhafte magnetiſche Kraft mittheilen; ſo läßt ſich dieſes durch das Streichen mit einem armirten Magnet auf eine doppelte Art bewirken, das einemal nemlich durch einen einfachen Strich, und das anderemal durch einen Doppelſtrich. Bey dem einfachen Strich verfährt man auf folgende Art: man legt die viereckte prismatiſche Stange auf die breiteſte Seite gehörig feſt, nimmt alsdenn einen armirten Magnet, ſetzt den einen Pol auf die Mitte dieſer Stange, fährt damit, ohne ſtark aufzudrucken, gleichförmig und langſam bis ans Ende der Stange, hierauf bringt man den nemlichen Pol wieder auf die Mitte der Stange, und fährt ebenfalls wie das erſtemal bis ans Ende; dieſes Verfahren wiederholt man verſchiedenemal. Nachdem dieſes geſchehen, bringt man den andern Pol des armirten Magnets auf die Mitte der Stange, und fährt damit auf gleiche Art über die andere Hälfte der Stange weg. Hierdurch wird nun das Ende einer jeden mit den beyden Polen des armirten Magnets geſtrichenen Hälfte der viereckten prismatiſchen Stange der entgegengeſetzte oder der freundſchaftliche Pol des natürlichen Magnets. Bey dem Doppelſtriche wird dem Stabe die magnetiſche Kraft alſo mitgetheilet: man bringt beyde Pole eines armirten Magnets der Länge nach auf die Platte, und ſtreicht damit von dem einen Ende

bis

bis zum andern und wiederholet dieſes gleichförmige Streichen mehreremal, bis zuletzt der Magnet von der Mitte des Stabes wieder abgehoben wird. Auch hier ſind die Pole des dadurch magnetiſirten Stabes den Polen des Magnetes entgegengeſetzt, welche demſelben die magnetiſche Kraft mitgetheilet haben.

§. 754.

Die Erfahrung lehret, daß bey einer ſolchen Mittheilung der magnetiſchen Kraft weiches Eiſen leichter als hartes und Stahl magnetiſiret werde, jedoch aber auch die magnetiſche Kraft weit geſchwinder verliere als das harte Eiſen und der Stahl. Um aber die den Stäben mitgetheilte magnetiſche Kraft zu erhalten, ohne daß ſie ſich mit der Zeit verringere, iſt es vermöge der Erfahrung nöthig, zwey ſolche Stäbe der Länge nach neben einander ſo zu legen, daß ihre freundſchaftlichen Pole, welche mit einem Anker verbunden ſind, beyeinander liegen. Uebrigens giebt man dem künſtlichen Magnete von Stahl meiſtentheils die Geſtalt eines Hufeiſens, welcher alsdenn auch ein magnetiſches Hufeiſen genennet wird, damit er eben ſo wie ein armirter natürlicher Magnet, mit den beyden Polen zugleich in einen Anker von Eiſen wirken könne. Je härter der Stahl zur Verfertigung eines künſtlichen Magnets genommen wird, deſto ſchwerer läßt er ſich zwar magnetiſiren, allein wenn er einmal auf vorbeſchriebene Art gehörig die magnetiſche Kraft erhalten hat, ſo iſt ſie auch um deſto dauerhafter, und er verliert nach der Entfernung des Magnetes ſeine Kraft nicht, wie oftmals das bloße Eiſen thut, vorzüglich das weiche.

§. 755.

Auf eben dieſe Art, wie einem künſtlichen Magnete die magnetiſche Kraft mitgetheilet wird,

geſchieht es auch bey den ſogenannten Magnetnadeln; folglich können dieſe ſowohl durch den einfachen Strich als auch durch den Doppelſtrich magnetiſiret werden. Sie werden aus dünnem Stahle verfertiget, in deren Mitte ein recht glatt ausgehöhlter Huth von Meſſing oder von Achat ſich befindet, vermittelſt welchem ſie ſich auf einem Stifte frey herumbewegen können. Ihre Abſicht erfordert, daß ſie gut magnetiſiret, und leicht beweglich ſind. Weil bey der gewöhnlichen Einrichtung der Nadeln mit einem kleinen Huthe allemal eine gewiſſe Friktion ſtatt findet, woher ſie für den ſehr geringen Grad der Anziehung unempfindlich bleiben, ſo hat Herr Bennet eine neue Art angegeben, die Magnetnadeln ſo frey aufzuhängen, daß ſie auch für den geringſten Grad der Anziehung empfindlich ſind. Hierzu hat er ſtarke Fäden der Kreuzſpinne vorgeſchlagen. Für größere Magnetnadeln hat Herr Caſſini zum Aufhängen derſelben ungezwirnte Seidenfäden vorgeſchlagen. M. ſ. Bennet von einer neuen Art, die Magnetnadel aufzuhängen u. ſ. aus den Philoſ. transact. v. J. 1792. überſ. in Grens Journal der Phyſik B. VII S. 355. u. ſ. Abweichung und Variation der Magnetnadel auf dem königl. Obſervatorio zu Paris bis 1791. beobachtet von Herrn Caſſini aus dem Journal de phyſique 1792. überſ. ebendaſ. B. VIII. S. 437. u. ſ.

§. 756.

Wenn eine Magnetnadel auf ihrer Spitze frey ſpielet, ſo wird ſie ſich allemal nach aufgehörter Bewegung, wenn nur kein Eiſen in der Nähe ſich befindet, mit der einen Spitze gegen Norden und mit der andern gegen Süden hinwenden. Eben dies wird auch ein natürlicher Magnet thun, welcher ſich um ſeinen Schwerpunkt frey drehen kann, er wird mit

mit dem einen Pol gegen Norden und mit dem andern gegen Süden hinweiſen. Aus dieſem Grunde wird daher auch jener Pol der Nordpol und dieſer der Südpol genannt. Bey verſchiedenen Magneten, ſie mögen natürliche oder künſtliche ſeyn, ſtößt alſo beſtändig der Nordpol den Nordpol, und der Südpol den Südpol zurück; der Nordpol aber zieht den Südpol an, und der Südpol den Nordpol (§. 748.). Man nennt auch den Südpol und Nordpol ungleichnamige Pole, Nordpol und Nordpol, Südpol und Südpol aber gleichnamige Pole. Die Erfahrung beſtätiget alſo das allgemeine Geſetz: **ungleichnamige Pole des Magnets ziehen ſich an, gleichnamige Pole aber ſtoßen ſich zurück.**

§. 757.

Die beſtimmte Richtung der Magnetnadel nach einerley Gegend hin, macht ſie zu verſchiedenen Abſichten ſehr brauchbar, und dem Seefahrer iſt ſie deswegen unentbehrlich, daß er beym trüben Himmel nur ein einziges Mittel beſitze, einigermaßen zu beſtimmen, an welchem Orte er ſich befinde. Dieſer Magnetnadel bediente ſich im 13ten Jahrhunderte auf den Reiſen zu Waſſer zuerſt ein Neapolitaner, Flavio Gioja. Gewöhnlich wird die Magnetnadel in eine cylindriſche Büchſe eingeſchloſſen, in deren Mitte ſie auf einem ſpitzen Stifte ſpielet, und welche mit einem Glaſe bedeckt iſt. Auf dem Boden dieſer Büchſe iſt ein Kreis verzeichnet, welcher in ſeine 360 Grade getheilet iſt, wobey zugleich die verſchiedenen Weltgegenden bemerkt ſind. Dieſe ganze Vorrichtung wird, wie bekannt, ein Compaß oder eine Bouſſole genannt. Auch bedient man ſich der Bouſſole mit vielem Vortheile bey zumal etwas großen geometriſchen Vermeſſungen, bey welchen keine ſehr große Genauigkeit verlangt wird. M. ſ. meine Anfangsgründe der Feldmeßkunſt. Jena 1795. 8.

§. 758.

Es richtet ſich aber die Magnetnadel an den mehrſten Orten auf unſerer Erdfläche mit ihrer Spitze nicht genau nach Norden, ſondern ſie weicht in einigen Gegenden etwas nach Weſten und in andern Gegenden etwas nach Oſten ab. Es ſtimmt alſo der magnetiſche Meridian mit dem wahren Meridian an allen Orten auf der Erdfläche nicht überein. Der Winkel, welchen der magnetiſche Meridian mit dem wahren Meridian macht, heißt die Deklination oder die Abweichung der Magnetnadel (declinatio ſ. variatio acus magneticae). Es giebt auf der Erde einige Oerter, wo die Magnetnadel von der wahren Mittagslinie nicht abweicht, wo alſo die Abweichung = 0 iſt. Aus vielen ſorgfältig angeſtellten Beobachtungen hat man gefunden, daß es auf der Erdkugel zwey Linien giebt, in welchen die Abweichung = 0 iſt. Die eine geht durch Nordamerika und die andere durch China. Alle diejenigen Oerter, welche der erſtern Linie nach Oſten liegen, haben eine weſtliche, und diejenigen, welche nach Weſten liegen, eine öſtliche Abweichung. Entfernt man ſich nach und nach von dieſer Linie, ſo nehmen anfänglich beyde Abweichungen zu, nachher aber wieder ab. Aus dieſen Beobachtungen hat man Charten entworfen, auf welchen die Abweichungslinien der Nadel verzeichnet ſind. Alle dieſe Linien laufen neben einander fort, und durchſchneiden ſich größtentheils nicht, ob ſie gleich mit einander nicht parallel ſind. Ihre auffallenden Krümmungen beweiſen, daß die magnetiſchen Pole der Erde keinesweges mit ihren wahren Polen zuſammenfallen, ſondern daß der magnetiſche Südpol von dem Nordpole und der magnetiſche Nordpol von dem Südpole beträchtlich entfernet ſey, die magnetiſche Axe aber nicht durch den Mittelpunkt der Erde gehe.

§. 759.

§. 759.

Auſſerdem lehret die Erfahrung, daß die Abweichung der Magnetnadel an einerley Orte zu verſchiedenen Zeiten verſchieden ſey. London hatte im Jahre 1576 ein öſtliche Abweichung von $11\frac{1}{4}$ Grad, nahm aber nach und nach immer mehr ab, und wurde 1657 Null; hierauf fing ſie an weſtlich zu werden, wuchs nach und nach bald ſchneller, bald langſamer, und iſt noch jetzt weſtlich. Im Jahre 1666 war die Abweichung in Paris 0, nachher aber wurde ſie weſtlich, da ſie vorher öſtlich geweſen war. Hieraus ſieht man alſo, daß die Abweichungscharten nicht beſtändig gebraucht werden können, ſondern mit der Zeit abgeändert werden müſſen.

§. 760.

Wenn man eine vollkommen ausgearbeitete Magnetnadel, noch ehe ſie magnetiſiret wird, auf einer Spitze völlig ins Gleichgewicht bringt, welche folglich eine horizontale Lage angenommen hat, ſo findet man allemal, daß ſie nach der Magnetiſirung auf derſelben Spitze ſich bey uns mit dem nördlichen und in den ſüdlichen Ländern mit dem ſüdlichen Theile herunterneiget. Wenn man alſo haben will, daß die magnetiſirte Magnetnadel völlig horizontal auf der ruhenden Spitze ſchweben ſoll, ſo muß die eine Hälfte immer etwas ſchwerer gemacht werden als die andere Hälfte. Man nennt den Winkel, welchen die hierzu eingerichtete Nadel mit der Horizontallinie macht, die **Neigung** oder die **Inklination der Magnetnadel** (inclinatio acus magneticae). Die Neigung der Magnetnadel iſt viel beſtändiger als die Abweichung. Sie wird mit beſonders dazu eingerichteten Magnetnadeln beobachtet, welche **Neigungsnadeln** genannt werden, deren Verfertigung aber mit Schwierigkeiten verknüpft iſt, wenn ſie dem Gebrau-

brauche gehörig angemeſſen ſeyn ſollen. Die Neigungsnadel iſt gewöhnlich ein ſtählerner magnetiſirter gerader Stab, durch deſſen Mitte der Breite nach eine dünne, runde ſehr gut polirte ſtählerne Axe geht, deren Enden auf zwey polirten Unterlagen liegen, ſo, daß die Nadel ſich ganz frey und leicht herunter und hinauf bewegen kann. Um die Neigung gehörig zu bemerken, muß die Neigungsnadel in die magnetiſche Mittagsebene, oder in die Vertikalebene, in welcher die magnetiſche Mittagslinie liegt, geſtellt, und ſodann der Winkel, welchen ſie mit der Horizontallinie macht, genau gemeſſen werden. M. ſ. Wolfs nützliche Verſuche Th. III. Kap. 4. §. 61. Brander und Höſchel Beſchreibung des magnetiſchen Declinatorii und Inclinatorii. Augsb. 1779. 8. Nachricht von einem ſehr vortheilhaft eingerichteten Declinatorium, vom Herrn von Zach im Gothaſch. Magazin für das Neueſte der Phyſ. B. IX. 2tes Stück S. 94. u. ſ.

§. 761.

Die Neigung der Magnetnadel iſt an allen Orten auf der Erdfläche nicht gleich groß. Gegen Norden zu wird ſie immer größer, gegen Süden aber allmählig kleiner, bis ſie endlich jenſeits der Linie mitten im atlantiſchen Meere in einer ſüdlichen Breite von etwa 14 Grad ganz verſchwindet; nachher wird ſie wieder ſüdlich, und nimmt gegen den Südpol immer mehr zu. Die Neigung der Magnetnadel ſowohl als auch die Abweichung derſelben iſt oftmals an ein und eben demſelben Orte zufälligen Veränderungen unterworfen. Wenn man die Abweichung an einem Orte ſehr oft auf das ſorgfältigſte beobachtet, ſo findet man dieſe zu verſchiedenen Zeiten bald etwas größer, bald etwas kleiner, und eine gute auf der Spitze leicht bewegliche Nadel iſt nie ganz ohne alle

Be-

Bewegung, wenn ſie auch weder im geringſten erſchüttert, noch durch nahe gebrachtes Eiſen geſtöret wird. Dieſe geringe Bewegung der Magnetnadel, welche theils nach der einen theils nach der andern Seite der wahren magnetiſchen Mittagslinie erfolget, nennt man die Veränderung derſelben. An den meiſten Orten von Europa iſt dieſe Veränderung der Magnetnadel Vormittags weſtlich, Nachmittags aber wieder öſtlich; jedoch finden an verſchiedenen Orten noch gewiſſe kleine Abänderungen ſtatt. Dieſe allmählige und kleine Veränderung, wodurch die mittlere Abweichung nicht verändert wird, und welche ſelten größer als ein Viertel Grad iſt, kann man die tägliche oder regelmäßige Veränderung der Magnetnadel nennen. Allein man bemerkt auch zuweilen, daß die mittlere Abweichung der Magnetnadel von Tage zu Tage merklich ſich verändert. Dieſe Veränderungen, welche manchmal einige Grade betragen, kann man unregelmäßige nennen. Am merkwürdigſten iſt, daß alle dieſe Veränderungen in dem Sommer und vorzüglich in den Monaten, wo die Gewitter am häufigſten ſind, ſtärker als im Winter ſtatt finden. Ja, man hat Beyſpiele, daß Gewitterwolken, welche über eine ſchwebende Magnetnadel gezogen ſind, derſelben ihre ganze magnetiſche Kraft beraubet haben. M. ſ. Recueil de memoires ſur l'analogie de l'électricité et du magnétiſme, par *J. H. van Swinden*. Tom. I. p. 472.

§. 762.

Man kann Eiſen und Stahl auch urſprünglich magnetiſiren, ohne einen natürlichen oder künſtlichen Magnet nöthig zu haben, und folglich ohne Mittheilung des Magnetismus. Verſchiedene angeſtellte Verſuche haben gelehret, daß eiſerne Stäbe, welche entweder lothrecht oder noch beſſer im magnetiſchen

Mer-

Meridian gegen den Horizont unter einem Winkel, welcher die Neigung der Magnetnadel angiebt, eine Zeitlang ſind aufgeſtellt worden, magnetiſche Kraft erhalten haben. Das untere Ende eines ſolchen Stabes ſtößt den Nordpol der Magnetnadel und zieht den Südpol. Dieſe magnetiſche Kraft dauert jedoch nicht lange, denn ſobald das Eiſen in eine horizontale Lage gebracht wird, ſo verliert ſie ſich ganz. Auf eben dieſe Art kann man in ſehr kurzer Zeit in einer eiſernen Stange eine magnetiſche Kraft hervorbringen, wenn man einen eiſernen Stab in der Hand vertikal hält, und mit der andern mittelſt eines Hammers oder eines Schlüſſels der Länge herunter gelinde anſchlägt; das untere Ende wird der Nordpol, und das obere der Südpol. Kehrt man dieſe Stange um, und hält ſie vertikal, ſo verwechſeln ſich ihre Pole. Durch Hämmern, Klopfen, Bohren, Feilen auch durch Reiben, welches mit einem ſtarken Drucke verbunden iſt, kann das Eiſen ebenfalls magnetiſiret werden. Auch glühendes Eiſen zeigt Polarität, wenn es glühend im Waſſer abgelöſcht wird. Man hat oft bemerkt, daß Stäbe oder Werkzeuge von Eiſen durch elektriſche Schläge magnetiſch geworden ſind, durch ſtärkere Schläge aber die magnetiſche Kraft vielmals ganz verſchwunden iſt. Am ſtärkſten wird die magnetiſche Kraft durch die Hitze und durch das Feuer geſchwächt. Natürliche Magnete und künſtliche Magnete verlieren ihre Kraft durch das Feuer entweder gänzlich oder doch größtentheils.

§. 763.

Auſſer den Methoden, welche Knight, Mitchell, Canton, Ingenhouß zur Verfertigung urſprünglich künſtlicher Magnete angegeben haben, iſt diejenige eine der vorzüglichſten, welche Antheaulme vorgeſchlagen hat. Er lehnt nach der Richtung und Neigung der Magnetnadel einen etwa 12 Fuß langen Bal-

Balken ſo an, daß a (Fig. 119.) im magnetiſchen Meridiane gegen Norden liegt. Auf dieſem Balken befinden ſich der Länge nach zwey eiſerne Stäbe af und bd, welche an den Enden d und f glatt abgefeilt ſind. Auf der Mitte dieſes Balkens liegt ein hölzerner Würfel e, deſſen Seitenlinie etwa 1 bis 2 Zoll beträgt. Zwiſchen dieſem Würfel und einer jeden eiſernen Stange, wird eine $1\frac{1}{2}$ Zoll ſtarke eiſerne Platte dh und fg geſetzt, welche $\frac{3}{4}$ Zoll über den Oberflächen der eiſernen Stangen hervorragen, und an den Kanten h u. g etwas ſchärfer abgeſchliffen ſind, als die eiſernen Platten ſelbſt. Will man nun den ſtählernen vorher wohl polirten Stab ik magnetiſiren, ſo reibt man ihn auf den Kanten h und g eben ſo wie mit den Polen eines armirten Magnets beym Doppelſtriche, man ſetzt ihn in der Mitte auf, und reibt ihn auf den eiſernen Kanten hin und her, und hebt ihn in der Mitte wieder ab. Wenn man auf dieſe Weiſe auf jeder Seite 50 bis 100 Striche verrichtet hat, ſo iſt ein von 10 bis 12 Zoll langer ſtählerner Stab ziemlich magnetiſiret. M. ſ. Leçons de phyſique par Mr. *Nollet* Tom. VI. Leçon XIX. p. 184. ſqq. Memoire ſur les aimants artificials, qui a remporté le prix de l'Academie de Petersb. par Mr. *Antheaulme*, à Paris 1760. Karſtens Entwurf der Naturwiſſenſchaft §. 383-386. Ingenhouß Abhandlung von der magnetiſchen Kraft und den künſtlichen Magneten, in ſeinen vermiſchten Schriften B. I. S. 395. Cavallo's theoretiſche und praktiſche Abhandlung der Lehre vom Magnet, a. d. Engl. Leipz. 1788. 8.

§. 764.

Methoden, die ſchon vorhandene magnetiſche Kraft durch ſich ſelbſt, ohne einen ſtärkern Magnet zu gebrauchen, auf einen höhern Grad zu bringen, haben

ebenfalls Miſchell, Canton, Antheaulme nebſt le Maire und Duhamel angegeben. Im Allgemeinen beſtehen ſie darin, daß man mehrere gleich ſtark magnetiſirte Stäbe mit einander verbindet, wodurch man ſchon einen ſtärkern Magnet erhält; hiermit macht man alsdenn nach gewöhnlicher Methode andere künſtliche Magnete, welche nun ſchon ſtärker als die vorigen ſind, und mit einander verbunden noch weit ſtärker werden. Mit dieſem zuſammengeſetzten beſtreicht man alle Stäbe, woraus der erſte Magnet beſteht, und mit den daraus verſtärkten diejenigen Stäbe, woraus der zweyte beſteht u. ſ. w. M. ſ. Memoires de Paris 1745.

§. 765.

Wenn man eine dünne Stange von Eiſen oder Stahl an dem einen Ende z. B. mit dem Nordpol eines ſtarken Magneten berühret, ſo erhält dieſes Ende eine ſüdliche, gegen das andere Ende des Stabes hin aber eine nördliche Kraft. Bringt man nemlich den Nordpol eines Magnets auf das Ende a (Fig. 120.) der ſtählernen oder eiſernen dünnen Stange a c, ſo wird er von a an bis auf eine gewiſſe Weite gegen c hin ſüdlich, nachher nördlich. Zieht man alſo den Magnet immer weiter fort von a nach c, ſo muß, wenn er irgendwo zwiſchen a und c ſich befindet, in a ein Nordpol anfangen, indem in c der Nordpol noch fortdauert. Ehe aber dieſer Nordpol in a anfängt, muß a weder nördlich noch ſüdlich, ſondern gegen beyde Pole des Magneten gleichgültig ſeyn, wenn der Nordpol des Magneten, womit die Stange geſtrichen wird, irgendwo in b angekommen iſt. Führt man den Magneten noch weiter, ſo muß er für das Ende c in einen ähnlichen Punkt d kommen, welcher folglich eben ſo wie der Punkt b gegen die beyden Pole des Magneten gleichgültig iſt. Dieſe beyden

Punkte b und d, welche Herr Brugmann zuerſt entdeckt hat, heißen die Indifferenzpunkte oder die Punkte der Gleichgültigkeit für beyde Ende a und c. M. ſ. Philoſophiſche Verſuche über die magnetiſche Materie und deren Wirkung in Eiſen und Magnet, a. d. Lat. des Herrn Anton Brugmanns überſ. herausgeg. von Chriſt. Gotth. Eſchenbach. Leipz. 1784. 8. S. 40. ff.

§. 766.

Zu dieſen beyden Punkten der Gleichgültigkeit ſetzte van Swinden, welcher dieſe Punkte mit vieler Sorgfalt unterſucht hat, noch einen dritten Punkt, den culminirenden Punkt, hinzu. Beſtreicht man nemlich mit dem einen Pole z. B. dem Nordpol eines ſtarken Magnets den eiſernen oder ſtählernen Stab a c von a nach c, ſo erſcheint anfänglich in a der Südpol und in c der Nordpol. Führt man dieſen Magnet auf dem Stabe weiter nach c fort, ſo wird die magnetiſche Kraft des Nordpols c immer größer. Endlich giebt es in dem eiſernen oder ſtählernen Stabe einen Punkt, welcher dieſe Eigenſchaft beſitzt, daß der Punkt c die größte magnetiſche Kraft des Nordpols beſitze, wenn der Magnet auf dem Stabe bis zu dieſen Punkt iſt geführet worden, und eben dieſen Punkt nennt der Herr van Swinden den culminirenden Punkt, oder den Punkt der größten Kraft, weil die magnetiſche Kraft alsdenn beſtändig geringer wird, wenn man mit dem Magneten jenſeits oder dieſſeits des Stabes hinfähret. Durch verſchiedene Verſuche beweiſet Herr van Swinden, daß dieſe drey Punkte der Gleichgültigkeit und der größten Kraft nicht allein von der Länge des Stabes, ſondern auch von der Dicke, Härte deſſelben, und von der Stärke des Magnets abhängen. M. ſ. Cavallo Abhandlung vom Magnetismus

tiſmus u. ſ. aus dem Engl. Leipzig 1788. gr. 8. S. 55. u. ſ.

Anmerk. Alle bisher angegebene magnetiſche Erſcheinungen rühren gewiß, wie die Verſuche es beweiſen, von der magnetiſchen Kraft der Erde her. Ob aber die Materie, deren Kraft dieſe magnetiſchen Erſcheinungen hervorbringt, eine einfache oder zuſammengeſetzte Materie ſey, oder ob es gar zwey verſchiedene Arten von magnetiſchen Materien gebe, das läßt ſich eben ſo wenig, wie bey der Elektricität angeben. Man hat von den Urſachen des Magnetismus ſehr viele oft abgeſchmackte Hypotheſen aufgeſtellet, wovon auch noch keine einzige nur wahrſcheinlich iſt. Man findet ſie alle geſammelt in Gehlers phyſikal. Wörterb. Th. III. S. 119. u. ſ. Die Theorie des Herrn Prevoſt hat Herr Gren in dem Grundriß der Naturlehre S. 727. u. ſ. im Auszuge mitgetheilt, durch deſſen Veranlaſſung nun auch eine Ueberſetzung von: de l'origine des forces magnetiques p. *P. Prevoſt*. à Geneve 1788. 8. entſtanden iſt: Vom Urſprunge der magnetiſchen Kräfte von Herrn *P. Prevoſt* a. d. Franz. von D. L. Bourguet. Mit einer Vorrede von Gren. Halle 1794. 8.

Eilftes Kapitel.

Von dem Weltſyſtem und der Erde überhaupt.

§. 767.

Wenn man ſich auf der Erde an irgend einem Orte, von welchem man nach allen Seiten eine freye Ausſicht hat, befindet, ſo erſcheinet bey heiterer Luft der Himmel als eine blaue hohle Fläche einer Halbkugel, deren Grundfläche der Horizont zu ſeyn ſcheint. Alle Sterne, der Mond und die Sonne nicht ausgenommen, ſcheinen an dieſer hohlen Halbkugel gleichſam angeheftet, und von dem Orte, wo man ſie betrachtet, gleichweit entfernet. Man ſtelle ſich von der Stelle des Beobachters auf der Erde bis zur Gränze dieſer ſcheinbaren Halbkugel eine vertikale Linie gezogen vor, ſo heißt dieſe die Scheitellinie des Beobachters, und ihr Endpunkt, welcher in der Gränze der Halbkugel des Himmels liegt, der Scheitelpunkt oder das Zenith. Wäre die Erde durchſichtig, ſo würde der ganze Himmel als eine Kugel erſcheinen, deren Mittelpunkt das Auge des Beobachters, und an deren innern hohlen Fläche die Sterne gleichſam angeheftet wären. Wenn alſo die Scheitellinie unterhalb des Horizontes bis an die Gränze der Himmelskugel verlängert wird, ſo heißt dieſer Endpunkt, welcher dem Zenith gerade entgegengeſetzt iſt, der **Fußpunkt** oder das **Nadir**.

§. 768.

Ein Beobachter, er mag ſich auf der Stelle der Oberfläche befinden, wo er will, wird nicht zu jeder

Zeit ein und die nemlichen Sterne über dem Horizont ſehen; es ſcheinen immer von Zeit zu Zeit an dem einen Orte im Horizonte Sterne empor zu ſteigen, welche der Beobachter vorher nicht ſahe. Man nennt dieſe Seite im Horizont die **Morgenſeite** oder **Oſtſeite**. Die Sterne, welche in der Morgenſeite aufgehen, ſteigen immer höher über den Horizont herauf, ſenken ſich auf der entgegengeſetzten Seite wieder und verſchwinden dem Auge ganz oder gehen unter, wenn ſie wieder im Horizont kommen. Die Seite des Horizontes, wo die Sterne untergehen, nennt man die **Abendſeite** oder **Weſtſeite**. Es müſſen alſo alle Sterne, welche auf ſolche Art auf- und untergehen, zwiſchen der Morgen- und Abendſeite ihre größte Höhe erreicht haben, und dieſe Seite des Horizontes nennt man die **Mittagsſeite** oder **Süden**. Hätte demnach der Beobachter ſein Geſicht nach der Mittagsſeite gerichtet, ſo würde er zur Linken **Oſten**, zur Rechten **Weſten** und hinter ſich **Norden** oder die **Mitternachtsſeite** haben. Man nennt auch dieſe vier Seiten die **Haupt- oder Cardinalgegenden der Welt** (plagae cardinales). Dieſe Hauptgegenden werden wieder in **Nebengegenden** eingetheilt, welche ihre Namen von den Hauptgegenden, zwiſchen welche ſie fallen, erhalten, und es iſt überhaupt leicht zu begreifen, was unter **Nordweſt, Südweſt, Südoſt, Nordoſt, Nordnordweſt, Weſtnordweſt, Weſtſüdweſt** u. ſ. zu verſtehen ſey.

§. 769.

Eine jede Ebene, welche man ſich durch die Scheitellinie (§. 767.) gelegt vorſtellt, und welche bis zur Gränze der Himmelskugel reicht, giebt einen größten Kreis, welcher auf dem Horizonte ſenkrecht ſteht. Daher heißen auch dieſe Kreiſe **Vertikalkreiſe**

kreiſe oder Scheitelkreiſe. Befindet ſich ein Stern in einem ſolchen Vertikalkreiſe, ſo wird der Bogen vom Stern bis zum Horizonte dieſes Kreiſes die Höhe deſſelben, und der andere Bogen vom Stern an bis zum Zenith der Abſtand deſſelben vom Zenith genennt. Solche Kreiſe, welche mit dem Horizont parallel laufen, und welche folglich gegen das Zenith oder das Nadir zu immer kleiner werden, nennt man Almucantharatskreiſe. Gehen dieſe Kreiſe durch einen Stern, ſo ſchneiden ſie aus dem Vertikalkreiſe ſeine Höhe ab; daher heißen ſie auch Höhenkreiſe.

§. 770.

In der Gegend von Norden giebt es eine Menge von Sterne, welche nie untergehen, ſich aber wie die andern von Oſten nach Süden aufwärts und ſodann nach Weſten abwärts zu bewegen ſcheinen. Nachdem ſie in Norden den niedrigſten Stand erreicht haben, ſteigen ſie nach Oſten wieder herauf. In Norden, einige 50 Grade über dem Horizont, bemerkt man ſehr leicht einen etwas großen hellglänzenden Stern, bey welchem wenig andere kenntliche Sterne befindlich ſind, und welcher der Polarſtern genennet wird; dieſer verändert ſeinen Ort nie merklich, man mag ihn zu einer Jahreszeit und zu einer Stunde in der Nacht betrachten, in welcher man will; er hat immer ein und die nemliche Stelle. Alle übrige Sterne ſind von dieſem Polarſtern gleichweit entfernet, und es ſcheint, als ob ſich die ganze Himmelskugel um eine Axe drehete, deren eine Pol mit dem Polarſtern über dem Horizont einerley Stelle hat, oder doch wenigſtens ſehr nahe dabey iſt. Wenn man ein Paar Nächte hinter einander dieſe Bewegung der Himmelskörper beobachtet, ſo wird man gewahr werden, daß faſt zu gleicher Zeit die nemlichen

Sterne in Oſten über den Horizont herauf ſteigen. Demnach ſcheint die Umdrehung der Himmelskugel binnen 24 Stunden zu geſchehen. Es beſchreiben alſo die Sterne am Himmel, welche man beym erſten Anblick beobachtet, Kreiſe, welche unter ſich parallel und gegen den Polarſtern zu immer kleiner ſind. Dieſe Kreiſe heißen auch Tagekreiſe.

§. 771.

Die Axe, um welche ſich die Himmelskugel zu drehen ſcheinet, heißt die Weltaxe, und die dazu gehörigen Pole die Weltpole, wovon der eine der Nordpol und der andere der Südpol iſt. Die Weltaxe iſt alſo zugleich die zu den Tagekreiſen gehörige Axe, worin ein jeder Stern ſeinen täglichen Umlauf macht. Der größte Tagekreis, deſſen Ebene durch den Mittelpunkt der Himmelskugel gehet, heißt der Aequator oder der Mittelkreis. Dieſer Aequator theilet die Himmelskugel in die nördliche und ſüdliche Halbkugel ab.

§. 772.

Die Entfernung eines Sterns über oder unter dem Aequator wird ſeine Abweichung oder Deklination genannt. Daher heißen auch diejenigen Kreiſe, welche durch die beyden Pole der Weltaxe laufen, Abweichungskreiſe. Die Abweichung eines Sterns iſt entweder nördlich oder ſüdlich, nachdem ſich der Stern in der nördlichen oder ſüdlichen Halbkugel befindet. Wird eine Ebene durch die Scheitellinie und durch die Weltaxe zugleich gelegt, ſo giebt ſie einen großen Kreis, welcher zugleich ein Scheitelkreis und ein Deklinationskreis iſt. Man nennt ihn den Mittagskreis oder den Meridian. Der Name Mittagskreis rührt eigentlich daher, weil die Sonne in der Mittagszeit in ſelbigem ſich befindet.

Die

Die Fläche dieſes Mittagskreiſes, welche auch die Mittagsfläche genennet wird, theilet die Himmelskugel in zwey Halbkugeln ab, nemlich in die weſtliche und öſtliche, und ſchneidet den Horizont in einer geraden Linie in der ſogenannten Mittagslinie. Der Bogen des Mittagskreiſes zwiſchen dem Pol und dem Horizont iſt die Höhe des Pols über den Horizont, welche auch ſchlechthin die Polhöhe genennet wird. Eben ſo iſt auch der Bogen des Mittagskreiſes zwiſchen dem Aequator und dem Horizont die Aequatorshöhe. Die Aequatorshöhe und die Polhöhe zuſammengenommen betragen 90 Grad; wenn alſo eine von dieſen Höhen gegeben iſt, ſo iſt auch die andere bekannt.

§. 773.

Wenn ein Stern in ſeiner täglichen Bewegung in den Mittagskreis gekommen iſt, ſo heißt die Höhe deſſelben die Mittagshöhe. In dieſer Höhe hat er gerade die Hälfte ſeines Weges vom Aufgange bis zum Untergange erreicht; daher iſt ſie zugleich die größte Höhe, und man ſagt alsdenn, er culminire. Sollte dieſer Stern einer von denjenigen ſeyn, welche gar nicht untergehen, ſo kömmt er zweymal im Meridian, und erreicht das einemal ſeine größte, und das anderemal ſeine kleinſte Höhe.

§. 774.

Wenn man einige Abende hinter einander Beobachtungen anſtellet, ſo wird man überzeugt werden, daß alle Sterne, wenige ausgenommen, beſtändig einerley Lage und einerley Entfernung von einander behalten, man mag übrigens ſeine Stelle ändern wie man will. Beobachtet man aber den Mond, ſo wird man finden, daß er am folgenden Abende nicht mehr bey eben den Sternen ſeine Stelle hat, welche er am

vorhergehenden Abend hatte, vielmehr ſcheint er auſſer der gewöhnlichen Bewegung von Oſten nach Weſten noch eine eigene Bewegung von Weſten gegen Oſten zu beſitzen. Man wird ihn in jedem folgenden Abende um 13 Grade von Weſten nach Oſten fortgeruckt bemerken, und es wird dieſe eigene Bewegung des Mondes 27 Tage fortdauern, nach welchen er ſich bey eben den Sternen wieder befindet, als er vor 27 Tagen war. Demnach ſcheint ſich der Mond alle 27 Tage einmal um den Himmel herum zu bewegen. Auſſer dem Monde giebt es noch vornemlich fünf mit bloßen Augen ſichtbare Sterne, welche die mehreſte Zeit eine ſcheinbare eigene Bewegung von Weſten nach Oſten beſitzen, von einem Stern zum andern fortrücken und um den ganzen Himmel herumlaufen.

§. 775.

Diejenigen Sterne, welche unerachtet ihrer gemeinſchaftlichen Bewegung von Oſten nach Weſten einerley Lage gegen einander und einerley Entfernung von einander behalten, nennt man **Fixſterne**. Die übrigen, vornemlich 5 kennbare Sterne aber, welche von Weſten gegen Oſten von einem Stern zum andern fortrücken, und den ganzen Himmel umlaufen, **Irrſterne** oder **Planeten**. Zu dieſen 5 Planeten iſt der von Hr. Herſchel im Jahre 1781. entdeckte ſechſte darzu gekommen. Auſſer den Planeten giebt es noch Sterne, welche von Zeit zu Zeit zum Vorſchein kommen, und ſich von den übrigen Sternen durch einen langen Schweif unterſcheiden, daher ſie auch **Kometen** genennet werden.

§. 776.

Beobachtet man etliche Monate lang die Fixſterne, ſo bemerkt man in den folgenden Abenden, daß diejenigen Fixſterne, welche einige Abende vorher

an

an der Weſtſeite glänzten, zu eben der Zeit weiter hinunter ſich zeigen, und endlich nach Verlauf noch einiger Zeit ganz unſichtbar werden. Dagegen bemerkt man an der Oſtſeite um eben dieſe Zeit neue Fixſterne, welche vorher unſichtbar waren. Nach Verlauf von Einem Monate werden die nemlichen Fixſterne etwa um zwey Stunden früher an eben der Stelle des Himmels erſcheinen. Endlich werden nach Einem Jahre eben dieſelben Fixſterne mit der Sonne untergehen, und auf der Oſtſeite die nemlichen Fixſterne aufgehen. Demnach ſcheinet es, daß ſich die Sonne binnen Jahresfriſt von Weſten gegen Oſten durch die Fixſterne hindurch um den ganzen Himmel bewege. Eben dieſer Kreis, welchen die Sonne binnen Jahresfriſt durchzulaufen ſcheinet, heißt die **Ecliptik**. Dieſer Ausdruck rührt daher, weil die Sonnen- und Mondfinſterniſſe nur alsdenn erfolgen, wenn der Mond in dieſer ſcheinbaren Sonnenbahn oder nahe dabey ſich befindet.

§. 777.

Ohngefähr am 20ſten März und 22ſten September findet man die Mittagshöhe der Sonne der Aequatorshöhe gleich, alsdenn wächſt ſie vom 20ſten März bis zum 21ſten Juni um 23 Grade und 28 Minuten, nimmt hierauf vom 21ſten Juni bis zum 22ſten September um eben ſo viel wieder ab. Nach dem 22ſten September wird ihre Mittagshöhe kleiner als die Aequatorshöhe und nimmt bis zum 21ſten December noch weiter um 23 Grade und 28 Minuten ab, hiernächſt wächſt ſie wieder um eben ſo viel bis zum 20ſten März. Es ſchneidet alſo die Ebene der Ecliptik die Ebene des Aequators unter einem Winkel von 23 Graden 28 Minuten, welcher **die Schiefe der Ecliptik** genennet wird.

§. 778.

Wenn durch die Axe der Ecliptik eine Ebene gelegt wird, ſo giebt dieſe einen größten Kreis, welcher auf der Ebene der Ecliptik ſenkrecht ſteht. Geht dieſer Kreis durch einen Stern, ſo iſt alsdenn die Entfernung dieſes Sterns von der Ecliptik die Breite des Sterns welche entweder nördlich oder ſüdlich iſt, nachdem der Stern ſeine Stelle in der Nord- oder Südſeite der Ecliptik hat. Daher kommt es, daß die größten Kreiſe durch die Axe der Ecliptik Breitenkreiſe genennet werden.

§. 779.

Wenn auf jeder Seite der Sonnenbahn in einer Entfernung von 10 Graden Kreiſe mit der Ecliptik parallel gezogen werden, ſo heißt alsdenn die daher entſtandene 20 Grad breite Zone der Thierkreis oder Zodiakus, weil ſich in dieſer Zone Fixſterne befinden, welche mehrentheils nach thieriſchen Figuren benennet ſind. Innerhalb den Gränzen beyder Kreiſe halten ſich der Mond und die Planeten in ihrer Bahn beſtändig auf, daher ſie auch die Auslaufungskreiſe oder Gränzenkreiſe der Planeten genennet werden.

§. 780.

Eine Ebene durch die Axe des Aequators und durch die Axe der Ecliptik gelegt, giebt einen größten Kreis, welcher nicht nur auf dem Aequator ſondern auch auf der Ecliptik ſenkrecht, und zugleich ein Deklinationskreis und ein Breitenkreis iſt. In dieſem Kreiſe befindet ſich die Sonne in ihrer ſcheinbaren Bahn am längſten und am kürzeſten Tage, dieſerwegen er auch den Namen Colur der Sonnenſtände erhalten hat. Die beyden Durchſchnittspunkte der Ecliptik mit dem Colur der Sonnenſtände heißen die Solſtitial- oder Sonnenſtandspunkte, ihre

Durch-

Durchſchnittspunkte mit dem Aequator aber die Aequinoktial- oder Nachtgleichungspunkte. Von den letztern wird einer der Frühlingspunkt und der andere der Herbſtpunkt genannt; Frühlingspunkt deswegen, weil die Sonne aus der ſüdlichen Halbkugel durch ſelbigen in die nördliche Halbkugel hinaufſteiget, und Herbſtpunkt deswegen, weil die Sonne aus der nördlichen Halbkugel in die ſüdliche übergehet. Die Solſtitialpunkte ſind von den Aequinoktialpunkten um 90 Grade entfernet. Theilt man nun dieſen Quadranten in drey gleiche Theile, folglich den ganzen Kreis der Ecliptik in 12 ſolche Bogen, deren jeder 30 Grade enthält, ſo nennt man dieſe die **Zeichen der Ecliptik**, welche vom Frühlingspunkte an gerechnet und gegen Morgen fortgezählet werden. Drehet ſich die Himmelskugel um die Weltaxe, ſo beſchreiben die Pole der Ecliptik und die beyden Solſtitialpunkte Tagekreiſe, wovon man die erſtern **Polarkreiſe** und die andern **Wendekreiſe** nennt.

§. 781.

Wenn durch die Sonne ein Abweichungskreis geführet wird, welcher den Aequator in einem Punkte ſchneidet, ſo nennt man den Bogen des Aequators von dem Frühlingspunkte angerechnet bis zu jenem Durchſchnittpunkt die **gerade Aufſteigung** oder die **Rectaſcenſion der Sonne.** Eben ſo bedeutet auch die **gerade Aufſteigung** eines Sterns den Bogen des Aequators vom Frühlingspunkte angerechnet bis zum Durchſchnittspunkt des durch den Stern gehenden Deklinationskreiſes mit dem Aequator. Der Unterſchied der geraden Aufſteigung oder die **Rectaſcenſionaldifferenz** zweyer Sterne heißt der Bogen des Aequators, welchen ihre beyden Deklinationskreiſe abſchneiden.

§. 782.

Die Firſterne ſcheinen bey heiterer Nachtzeit nicht alle von gleicher Größe und gleichſtarkem Glanze zu ſeyn, man hat ſie daher in Sterne von erſter, zweyter, dritter, vierter, fünfter und ſechſter Größe eingetheilet. Um aber dieſe unzählige Menge von Firſternen gehörig von einander zu unterſcheiden und andern kenntlich zu machen, hat man ſchon vor Alters her viele benachbarte Sterne zuſammen unter mancherley Figuren vorgeſtellet und ſelbige darnach benennet, welche ſich theils auf wahre Geſchichten, theils aber auch auf Fabeln beziehen, und daher **Sternbilder, Aſterismen** u. ſ. genennet werden. Auſſer dieſen Firſternbildern bemerkt man am Himmel hier und da kleine weiße Wölkchen, welche **Nebelſterne** genennet werden. Es giebt auch noch eine ganz beſondere Art von Sterne, welche alle übrige Eigenſchaft der Firſterne haben, aber bald ſcheinbarlich größer, bald kleiner werden, man nennt ſie daher auch **veränderliche Sterne** oder **Wunderſterne**. Endlich bemerkt man an dem Himmel einen weißen Streifen, welcher unter dem Namen der **Milchſtraße** bekannt iſt. Dieſe Erſcheinung rührt von einer zahlloſen Menge von kleinen Sternen her, welche durch Fernröhre erkannt werden.

§. 783.

Diejenige Zeit, welche verfließt, wenn ſich die ganze Himmelskugel von Oſten gegen Weſten einmal um ihre Axe drehet, folglich ein jeder Firſtern nach dieſer Zeit in der nemlichen Stelle am Himmel wieder erſcheinet, nennt man einen **Sterntag**. Die Beobachtungen lehren, daß die Bewegung des Himmels gleichförmig von ſtatten gehe d. h. daß in gleichen Zeittheilen auch gleiche Bogen vom Aequator, mithin auch gleiche Bogen von den Tagekreiſen der Sterne

durch

durch den Mittagskreis gehen. Uebrigens theilt man den Sterntag in 24 Stunden, jede Stunde in 60 Minuten, jede Minute in 60 Sekunden u. ſ. ab. Dieſe Sternzeit heißt auch die Zeit der erſten Bewegung. Durch den Mittagskreis gehen alſo

ein Bogen von	1 Grad	in 4 Minuten
	1′	in 4 Sekunden
	1″	in 4 Tertien
	15°	in 1 Stunde
	15′	in 1 Minute
	15″	in 1 Sekunde

das heißt ſo viel, wenn zwey Fixſterne von einander um ſo viele Grade, Minuten oder Sekunden in Anſehung der geraden Aufſteigung entfernet ſind, ſo muß ſo viel Zeit verfließen, wenn nach der Culmination des vorhergehenden Sternes der nachfolgende culminiren ſoll. Aus dieſem Grunde heißen auch die Deklinationskreiſe Stundenkreiſe. Iſt die Rectaſcenſion eines Sterns bekannt, ſo läßt ſich die Rectaſcenſion eines jeden andern Sterns finden, wenn eine Uhr vorhanden iſt, welche nach der Sternzeit eingerichtet iſt. Man beobachte nemlich die Zeit, welche von dem Augenblicke an, da der erſte Stern im Mittagskreis kommt bis zu dem Augenblicke, da der nachfolgende culminiret, verfließet, und verwandele ſie in Bogen des Aequators, ſo hat man die Aſcenſionaldifferenz.

§. 784.

Weil die Sonne auſſer der allen Sternen gemeinſchaftlichen Bewegung von Oſten gegen Weſten ſich von Weſten gegen Oſten ungefähr um einen Grad rückwärts beweget, ſo kann die Sternzeit der Sonnenzeit nicht gleich ſeyn. Würde in dem Augenblicke ein Stern mit der Sonne zugleich culminiren, ſo würde nach 24 Stunden der Stern im Meridian kommen, da unterdeſſen die Sonne um einen

Grad

Grad von Weſten gegen Oſten gerückt, folglich erſt nach 4 Minuten durch den Meridian gehen würde; demnach ſind die Sonnentage größer als die Sterntage. Es lehret aber die Erfahrung, daß die eigene Bewegung der Sonne in ihrer Bahn nicht gleichförmig iſt, daß ſich nemlich in gleichen Zeittheilen ihre Länge um gleichviele Grade änderte. Bald nach dem längſten Tage mitten im Sommer legt ſie täglich einen Weg von 57 Minuten und 12 Sekunden zurück, und nimmt von dieſer Zeit an von Tage zu Tage in ihrer Geſchwindigkeit zu bis ſie bald nach dem kürzeſten Tage um 1 Grad 1 Minute und 12 Sekunden in ihrer Bahn fortgehet. Hierauf nimmt ſie beſtändig in umgekehrter Ordnung wieder ab. Dies iſt auch die Urſache, warum die Zeit von der Frühlingsnachtgleiche am 20ſten März bis zur Herbſtnachtgleiche am 22ſten September um 7 bis 8 Tage länger iſt, als die Zeit vom 22ſten Sept. bis wieder zum 20ſten März.

§. 785.

Es ſind alſo die Sonnentage ſelbſt ungleich groß. Das Mittel aus der größten und kleinſten Bewegung iſt genau 59 Minuten und 12 Sekunden im Aequator gerechnet. Daher heißt auch die Zeit, binnen welcher der Aequator und dieſe 59 Minuten und 12 Sekunden oder 360° 59′ 12″ durch den Meridian gehen, ein mittlerer Sonnentag, und deſſen 24ſter Theil eine mittlere Sonnenſtunde, in welcher folglich 15° 2′ 28″ des Aequators durch den Meridian fortgeſchoben werden. Man ſetze nach der Regel Detri: 360° 59′ 12″ in Bogen des Aequators geben 24 Stunden mittlere Sonnenzeit, wieviel 360°, und man findet 23 Stunden 56 Minuten und 4 Sekunden. Zieht man alsdenn dieſe Zahl von 24 Stunden mittlerer Sonnenzeit ab, ſo erhält man 3 Minut. 56 Sek.

mitt-

mittlere Sonnenzeit als den Unterſchied eines mittleren Sonnentages von einem Sterntage d. h. die Fixſterne eilen täglich um 3′ 56″ vor, oder der Umlauf derſelben dauert 23 Stunden 56 Minuten und 4 Sekunden mittlerer Sonnenzeit. Man kann alſo ſehr leicht Bogen des Aequators in mittlere Sonnenzeit und dieſe in jene verwandeln.

§. 786.

Die Zeit, in welcher die Sonne im Meridian kommt, nennt man den **wahren Mittag**; diejenige Zeit aber, in welcher der mit gleichförmiger Bewegung gegen Oſten fortgehende mittlere Ort der Sonne im Meridiane anlangt, die **mittlere Mittagshöhe**. Der Unterſchied der Zeit zwiſchen beyden Mittagshöhen wird die **Zeitgleichung** genennt. Dieſe Zeitgleichung iſt im Jahre viermal = 0, nemlich am 15ten April, 15ten Juni, 31ſten Auguſt und 24ſten December d. h. an dieſen Tagen culminiren die wahre Sonne und ihr mittlerer Ort im Aequator zugleich, und es iſt alsdenn die wahre Zeit der Sonne mit der mittleren Zeit gleich.

§. 787.

Auf einer weit ausgebreiteten Ebene ſieht man die Spitzen entfernter Berge und Thürme eher als man die untern Theile derſelben wahrnimmt. Je näher man aber denſelben kommt, deſto mehr ſcheinen ſie ſich über den Horizont zu erheben; und umgekehrt, je weiter man ſich von ihnen entfernet, deſto mehr ſcheinen ſie ſich unter dem Horizont zu verſtecken. Hieraus folgt, daß die Oberfläche der Erde nicht eben, ſondern krumm, und die Krümmung ſo beſchaffen ſeyn müſſe, daß ihre erhabene Seite oben die hohle aber unten liegt.

§. 788.

Wofern vielleicht die Erde eine Kugel oder kugelähnlicher Körper iſt, und ſich binnen 24 Stunden mit gleichförmiger Bewegung um ihre Axe, welche durch den Mittelpunkt derſelben gehet, einmal herumdrehet, ſo erfolgen alle Erſcheinungen der täglichen allen Sternen gemeinſchaftlichen Bewegung eben ſo, als wenn die Erde ruhete und die Sterne ſich gleichförmig bewegten. Daß aber unſere Erde wirklich ein kugelähnlicher Körper ſey, iſt dadurch auſſer Zweifel geſetzet, da man zur wirklichen Meſſung ſelbſt ſchritt. Die Axe, um welche ſich die Erde drehet, heißt die Erdaxe und iſt mit der Weltaxe einerley; auch heißen die Endpunkte dieſer Axe auf der Oberfläche der Erde die **Erdpole** und in dieſer verlängerten Axe liegen auch die Weltpole. Wenn man ſich alle diejenigen großen Kreiſe, welche bisher bey der Himmelskugel angegeben ſind, als z. B. den Aequator, die Vertikalkreiſe u. d. g. ſo erweitert vorſtellet, daß ſie die Erdkugel durchſchneiden, ſo erhält man auf der Erdkugel ähnliche Kreiſe, welche eben dieſelben Namen haben. Die kleinen Kreiſe auf der Erdfläche aber als die Polarkreiſe, Wendekreiſe u. d. g. werden dadurch beſtimmt, wenn man aus dem Mittelpunkte der Erde gegen alle Punkte dieſer Kreiſe am Himmel gerade Linien ziehet. Uebrigens nennt man alle die Kreiſe auf der Erdoberfläche, welche erweitert Declinationskreiſe an der Himmelskugel werden, **Meridiane**, welche alſo auf dem Erdäquator ſenkrecht ſtehen. Es liegen demnach verſchiedene Oerter unter einerley Meridiane, wenn ſie in der Peripherie eines ſolchen Kreiſes ihre Stelle haben. Den Aequator nennen auch die Schiffer ſchlechthin die **Linie**, und es iſt leicht die Redensart zu verſtehen, ein Ort liege unter der Linie oder unter einem

Paral-

Parallelkreiſe um ſo und ſo viel Grade von der Linie entfernet.

§. 789.

Will man die Lage der Oerter auf der Erde beſtimmt angeben, ſo kommt es dabey vorzüglich darauf an, die Lage eines Meridians als bekannt anzunehmen, welchen man alsdenn den erſten nennen kann. Ob es gleich an ſich willkührlich iſt, einen Meridian für den erſten anzunehmen, welchen man will, ſo hat es doch bey dieſer Veränderung ſeine Unbequemlichkeit, weil man allemal eine Reduktion vornehmen muß, wenn man die Lage eines Ortes in mehreren hierin verſchiedenen geographiſchen Charten mit einander vergleichen will. Nachher wurde der erſte Meridian durch die Inſel Ferro als die weſtlichſte von den Canariſchen angenommen. Die weſtliche Küſte derſelben liegt einige Minuten über 20 Grade vom Meridian der Pariſer Sternwarte gegen Abend und man nimmt den erſten Meridian um die Rechnung zu erleichtern, genau 20 Grade von dem Pariſer Meridian an. Von dieſem erſten Meridian an zählet man die Grade von Abend gegen Morgen um die ganze Welt herum.

§. 790.

Die Entfernung eines Ortes auf der Erdfläche von dem Aequator heißt ſeine geographiſche Breite, und der Bogen des Aequators zwiſchen dem Meridiane eines Ortes und dem erſten Meridiane ſeine geographiſche Länge. Die Länge und Breite wird in Graden gemeſſen. Die Breite iſt übrigens nördlich oder ſüdlich, nachdem der Ort auf der Erde nordwärts oder ſüdwärts des Aequators liegt. Alle Oerter, welche in einerley Mittagskreiſe liegen, haben auch gleiche Länge und zugleich Mittag,

und alle, welche in einerley Parallelkreiſe liegen, einerley Breite und gleiche Tageslänge.

§. 791.

Wenn eine Ebene durch den Mittelpunkt ſo geleget wird, daß ſie die Scheitellinie ſenkrecht ſchneidet, ſo giebt ſie auf der Oberfläche der Erdkugel einen größten Kreis, welcher für den Ort, welcher in der Scheitellinie auf der Erdfläche liegt, der wahre Horizont genannt wird. Dieſen muß man von dem ſcheinbaren Horizonte dieſes Ortes unterſcheiden; hierunter verſteht man diejenige Ebene, welche durch den Ort geht, und die Scheitellinie ſenkrecht ſchneidet. Der ſcheinbare Horizont läuft alſo mit dem wahren parallel.

§. 792.

Die ſcheinbare Entfernung eines Sternes vom Zenith auf der Erdoberfläche geſehen iſt größer, als die ſcheinbare Entfernung deſſelben vom Zenith aus dem Mittelpunkte der Erde betrachtet. Die Differenz, um welche beyde Entfernungen von einander unterſchieden ſind, heißt die Höhenparallaxe des Sterns. Wäre der Stern vom Zenith um 90 Grade entfernet, ſo heißt alsdenn dieſer Unterſchied die Horizontalparallaxe. Im Horizont iſt die Parallaxe eines Sterns am größten, und ſie nimmt mit der zunehmenden Höhe des Sterns über den Horizont ab, bis ſie im Zenith gänzlich verſchwindet. Auch wird die Parallaxe immer kleiner werden, je weiter ſich der Stern von der Erde entfernet. Würde alſo ein Stern von der Erde ſo weit entfernet ſeyn, daß er keine merkliche Horizontalparallaxe vielweniger eine merkliche Höhenparallaxe hätte, ſo wird ſelbiger auf der Erdoberfläche, wenn er in der wahren Horizontalebene ſich befindet, von dem Zenith ebenfalls um 90

Grade

Grade entfernet zu ſeyn ſcheinen. Es iſt alſo für den Ort der Beobachtung einerley, ob man einen Stern auf der Erdoberfläche oder aus dem Mittelpunkte der Erde betrachtet, mithin iſt es auch in Rückſicht des Sternes einerley, ob man ſich den ſcheinbaren oder wahren Horizont für den Ort der Beobachtung vorſtellet. Es mag alſo der Beobachter ſeinen Ort auf der Erde verändern wie er wolle, ſo werden dergleichen von der Erde ſehr weit entfernte Sterne immer einerley ſcheinbare Lage gegen einander behalten. Nach der Erfahrung trifft dies bey den Fixſternen ein, mithin haben auch ſelbige keine merkliche Höhenparallaxe.

§. 793.

Diejenigen Sterne, welche für ſich keine unmerkliche Höhenparallaxe haben, können auch aus verſchiedenen Orten der Erde geſehen, nicht einerley Lage gegen einander behalten, vielmehr müſſen ſich die Erſcheinungen, welche von den Bewegungen derſelben abhängen, dem einen Beobachter ſo, und einem andern entferntern ganz anders darſtellen. Daß dies der Fall bey den Planeten, ſelbſt bey der Sonne und am allermeiſten bey dem Monde ſey, wird im folgenden erhellen. Daher muß man bey Beobachtung der Höhen dieſer Himmelskörper ſelbige auf diejenige reduciren, welche auf den wahren Horizont fallen würden.

§. 794.

Die Polhöhe eines jeden Ortes auf der Erdoberfläche iſt jedesmal mit ſeiner geographiſchen Breite gleich groß. Sucht man alſo für einen Ort ſeine Polhöhe, ſo findet man zugleich ſeine geographiſche Breite. Alle Oerter demnach, welche in einerley Parallelkreiſe auf der Erde liegen, haben nicht nur gleich große Breiten, ſondern auch gleiche Polhöhen.

§. 795.

Wenn die Sonne gerade im Aequator ſtehet, ſo geht ſie bey den Bewohnern auf dem Erdäquator durchs Zenith. Eben dies erfolget bey den Bewohnern in den Wendekreiſen, in dem nördlichen nemlich, wenn die Sonne in dem Krebswendezirkel, und in dem ſüdlichen, wenn ſie ſich in dem Steinbockswendezirkel befindet. Demnach fallen auf diejenigen Oerter, welche gegen die Pole zu liegen, die Strahlen der Sonne nicht ſenkrecht, ſondern unter ſchiefen Winkeln auf. Wegen der Wirkung der Sonnenſtrahlen wird diejenige Zone, welche zwiſchen den beyden Wendekreiſen ſich befindet, die heiße Zone genannt; die beyden Zonen aber zwiſchen den Wende- und Polarkreiſen heißen gemäßigte Zonen, wovon die eine öſtlich und die andere weſtlich iſt, und die beyden Segmente, welche die beyden Polarkreiſe einſchließen, die kalten Zonen.

§. 796.

Wenn ſich vielleicht die Erde in einer Bahn, welche der Peripherie eines Kreiſes nahe kommt, um die Sonne beweget, dieſe aber als ruhig betrachtet wird, ſo erfolgen alle Erſcheinungen der täglichen Bewegung der Sonne eben ſo, als wenn die Erde ruhete und die Sonne in einer ſolchen Bahn um die Erde ſich bewegte. Es kann daher nunmehr als gleichgültig betrachtet werden, ob man annimmt, die Sonne bewege ſich, und die Erde ruhe, oder die Sonne ruhe, und die Erde bewege ſich um die Sonne, ohne jedoch noch mit Gewißheit zu behaupten, ob das eine oder das andere ſtatt findet.

§. 797.

Der ſcheinbare Durchmeſſer der Sonne wird nicht zu allen Zeiten gleich groß gefunden. Gerade

zu

zu der Zeit, da ſie ſich am langſamſten in ihrer Bahn zu bewegen ſcheinet, beträgt der ſcheinbare Durchmeſſer derſelben 31 Minuten 33,8 Sekunden, welcher mit der zunehmenden Geſchwindigkeit der Sonne wächſt, bis er zuletzt bey der ſchnelleſten Bewegung 32 Minuten 38,6 Sekunden wird. Hiernächſt nimmt er in umgekehrter Ordnung ebenſo wieder ab. Es muß demnach die Sonne um den Winterſtillſtand unſerer Erde am nächſten, und um den Sommerſtillſtand von ihr am weiteſten ſtehen (§. 777.). Hieraus folgt nun, daß die Sonnenbahn keine Kreislinie ſeyn könne, zu deren Mittelpunkte unſere Erde gehörte, weil ſonſt der ſcheinbare Durchmeſſer der Sonne immer gleich groß bleiben müßte.

§. 798.

Denjenigen Punkt der Sonnenbahn, in welcher die Sonne von der Erde am weiteſten entfernet iſt, nennt man das Apogäum oder die Erdferne, und den gerade entgegenliegenden Punkt in der Sonnenbahn, in welchem die Sonne von der Erde in der kleinſten Entfernung ſich befindet, das Perigäum oder die Erdnähe. Beyde Punkte m und a (Fig. 44.) heißen auch die Apſiden, und die gerade Linie ma die Apſidenlinie. Befindet ſich jetzt die Sonne in ihrer ſcheinbaren Bahn in dem Punkte f, ſo nennt man alsdenn auch die ſcheinbare Entfernung fca der Sonne f von der Erdferne a die Anomalie der Sonne. Durch viele ſorgfältig angeſtellte Verſuche hat man gefunden, daß die ſcheinbare Sonnenbahn eine Ellipſe ſey, in deren einem Brennpunkte c die Erde liegt. Nimmt man an, daß die Erde ſich um die Sonne bewege, ſo iſt die Erdbahn eine Ellipſe, welche der elliptiſchen ſcheinbaren Sonnenbahn gleich und ähnlich iſt, in deren Brennpunkte c die Sonne ſich befindet. In dieſem

Falle nennt man alsdenn den Punkt a das Aphelium oder die Sonnenferne, und den Punkt m das Perihelium oder die Sonnennähe. Die Entfernung der Erde von der Sonnenferne in Graden gemeſſen, ſo wie ſie aus der Sonne würde geſehen werden, iſt alsdenn die Anomalie der Erde.

§. 799.

Diejenige Zeit, welche verfließt, indem die Sonne ihre ſcheinbare Bahn einmal durchläuft, heißt überhaupt ein Sonnenjahr. Man hat aber drey Sonnenjahre zu bemerken; die Zeit nemlich, welche die Sonne in ihrer Bahn vom Frühlingspunkte an gerechnet bis wieder zum Frühlingspunkte gebraucht, heißt das tropiſche Jahr; die Zeit des Umlaufs der Sonne von einem Fixſterne angerechnet, bis ſie das nächſtfolgendemal zu dem nemlichen Fixſtern kommt, das ſideriſche Jahr, und endlich die Zeit des Umlaufs der Sonne von der Erdferne angerechnet, bis ſie wieder an dieſen Ort anlangt, das anomaliſtiſche Jahr. Das tropiſche Jahr, welches im gemeinen Leben gebraucht wird, weil die Jahreszeiten darnach gerechnet werden, hat man nach den beſten Beobachtungen auf 356 Tage 5 Stunden 48 Minuten 45½ Sekunden lang gefunden. Im gemeinen Leben bey der Jahrrechnung werden aber die Stunden, Minuten und Sekunden ſo lange nicht mitgezählet, als ſie keinen ganzen Tag ausmachen; daher iſt auch das aſtronomiſche tropiſche Sonnenjahr von dem gemeinen verſchieden. Das bürgerliche Jahr ſetzt man auf 365 Tage, und wenn 3 Jahre verfloſſen ſind, ſo zählt man im 4ten Jahre, welches ein Schaltjahr genennet wird, einen Tag mehr. Julius Cäſar hat auf Anrathen des Soſigenes das bürgerliche Jahr auf 365 Tage 6 Stunden geſetzet; daher nennt man auch noch das gemeine

meine bürgerliche Jahr von 365 Tagen das gemeine Julianiſche, da alsdenn das Schaltjahr 366 Tage hält.

§. 800.

Subtrahiret man

vom Julianiſchen Jahre	365 Tage	5 St.	59 Min.	60 Sek.
das trop. Sonnenjahr	365 —	5 —	48 —	45½ —
ſo iſt der Reſt			11 Min.	11½ Sek.

mithin iſt das ganze gemeine Julianiſche Jahr 11 Minuten 14½ Sekunde größer als das tropiſche Sonnenjahr. Multipliciret man dieſen Reſt mit 100, ſo erhält man 1100 Minuten 1450 Sekunden oder 18 Stunden 44 Minuten d. h. 100 Julianiſche Jahre ſind um 18 Stunden 44 Minuten größer als eben ſo viele tropiſche Sonnenjahre. Hieraus entſteht nothwendig eine Vergrößerung der Monate durch die Jahreszeiten. Wäre z. B. in einem julianiſchen Jahre gerade den 21ſten September die Sonne in der Herbſtnachtgleiche, ſo würde ſie ohngefähr 128 Jahre darauf den 20ten September mithin nach 2.128 Jahren darauf den 19ten September u. ſ. f. dahin kommen. Weil nun ſolchergeſtalt aus einer Reihe von Jahren ein merklicher Fehler in der Jahrrechnung entſtand, ſo wurde im Jahre 1582 von dem Pabſt Gregorius XIII. eine andere Einrichtung dahin getroffen, daß nach dem 4ten October des Jahres 1582 10 Tage wegfielen, mithin vom 4ten ſogleich auf den 15ten gerechnet wurde. Dadurch erhielt dies Jahr nur 355 Tage, ward aber auch zugleich zuwege gebracht, daß es an eben dem Monatstage ſich wieder mit dem tropiſchen Sonnenjahre zugleich endigte, an welchem ſich das Jahr 325 endigte, und das Frühlingsäquinoktium fiel wieder auf den 21ſten März. Damit aber auch dies Frühlingsäquinoktium ſich nicht wieder von Zeit zu

Zeit verrücken ſollte, ſo ward noch feſtgeſetzet, daß jedes hunderte Jahr, welches nach der Julianiſchen Jahrrechnung ein Schaltjahr ſeyn würde, dreymal hinter einander ein gemeines Jahr, das viertemal aber ein Schaltjahr ſeyn ſollte. Das Jahr 1600 blieb ein Schaltjahr, aber 1700 ward ein gemeines, und die Jahre 1800 und 1900 werden auch gemeine, hingegen das Jahr 2000 wieder ein Schaltjahr ſeyn. Hierdurch wurde aber der bey der Julianiſchen Jahrrechnung von Jahren zu Jahren zunehmende Fehler bis auf eine Kleinigkeit abgeholfen, welche etwa erſt nach 3200 Jahren einen Ueberſchuß von 3 Stunden über das tropiſche Sonnenjahr ausmacht. Obgleich dieſe Verbeſſerung von den Proteſtanten nicht ſogleich angenommen wurde, ſo iſt doch dieſes nach der Zeit erfolget.

§. 801.

In der Sonne nimmt man oft ſchwarze Flecke von unordentlicher Geſtalt und verſchiedener Größe wahr. Zu manchen Zeiten bemerkt man wenige, ja wohl gar keine, zu einer andern Zeit aber erſcheinen ſie in großer Menge, und mehrere zugleich entſtehen oft in der Mitte der Sonne, und verſchwinden auch daſelbſt. Indeſſen hat man doch bey vielen bemerkt, daß ſie am öſtlichen Rande zum Vorſchein kommen, ſich gegen den weſtlichen Rand in gleicher Entfernung in Parallelkreiſen fortbewegen; nach 12 bis 13 Tagen von ihrer erſten Entfernung an daſelbſt verſchwinden, und nach 27 bis 28 Tagen am öſtlichen Rande wieder zum Vorſchein kommen. Ueber die Natur der Sonnenflecke haben die Naturforſcher ſehr viele Meynungen gehabt. Am wahrſcheinlichſten ſcheint wohl die Meynung des Herrn Bode, welcher dieſe Flecken für dunkle Stellen auf der Oberfläche der Sonne vermuthet, die man ſieht, wenn die leuchtende Materie

ſich

ſich zuſammenzieht und Oeffnungen veranlaſſet. Uebrigens kann man doch aus den Bahnen, welche dieſe Flecken beſchreiben, ſchließen, daß die Sonne ein runder kugelähnlicher Körper ſeyn müſſe, welcher ſich um eine Axe in 25 Tagen und 14 Stunden und 8 Minuten oder in Anſehung der Erde in 27 Tagen 12 Stunden und 20 Minuten herumdrehet. Genaue angeſtellte Beobachtungen ergeben, daß der Sonnenäquator die Ecliptik unter einem Winkel von 7° 30′ ſchneide, folglich die Umlaufsaxe der Sonne gegen die Ecliptik unter einem Winkel von 82° 30′ geneigt ſey.

§. 802.

Wenn man den Mond in den erſten Tagen nach dem neuen Lichte am Abendhorizont gleich nach dem Untergange der Sonne betrachtet, ſo ſieht er wie eine Sichel aus, deren erhabene Seite der Sonne zugekehrt iſt. In jedem folgenden Tage ſcheint er ſich immer mehr von der Sonne zu entfernen, indem er ſeinen Weg von Weſten gegen Oſten nimmt, da alsdenn die helle Sichel immer breiter wird. Etwa nach 8 Tagen vom Anfange des neuen Lichtes erſcheint er nach Untergang der Sonne von derſelben um 90 Grade entfernet, und als eine halbe ſichtbare Scheibe. Von dieſer Zeit an wird er immer größer und entfernet ſich noch weiter von der Sonne, bis etwa am 15ten Tage nach dem neuen Lichte, da er alsdenn im vollen Glanze als eine ganze erleuchtete Scheibe geſehen wird, und der Sonne gerade gegenüber ſteht. Hierauf nimmt der Mond in den folgenden Tagen auf derjenigen Seite, welche nach dem neuen Lichte der Sonne zugekehrt war, wieder ab, und alle vorige Erſcheinungen erfolgen in umgekehrter Ordnung, indem ſich der Mond der Sonne wieder nähert, bis er endlich 30 Tage nach dem neuen Lichte wieder bey der Sonne iſt. Steht der Mond bey der Sonne, ſo ſagt man, er

ſey

ſey mit der Sonne in Zuſammenkunft, Conjunktion; ſteht er aber der Sonne gegenüber, und folglich 180 Grade davon entfernet, ſo ſagt man, er ſey mit der Sonne im Gegenſchein, Oppoſition. Iſt er von der Sonne um 90 Grade entfernet, ſo iſt er mit ſelbiger im Geviertſchein, Quadratſchein. Der Mond im Gegenſchein iſt daher völlig erleuchtet, und heißt Vollmond, in der Zuſammenkunft aber ſehen wir ihn nicht, kommt jedoch bald darauf im neuen Licht oder Neumond zum Vorſchein, erlangt im Geviertſchein nach dem Neumond das erſte Viertel, und im Geviertſchein nach dem Vollenmonde das letzte Viertel.

§. 803.

Obgleich der Mond in ſeiner Bahn immer nach und nach von einem Stern zum andern in dem Thierkreiſe fortrückt, ſo kommt er doch nur zweymal in die Ecliptik, und hat daher bald ſüdliche bald nördliche Breite. Der Winkel, unter welchem ſich die erweiterte Mondsbahn mit der Ecliptik ſchneidet d. i. das Maas der größten Breite iſt nicht immer gleich groß, jedoch beträgt er nie $5\frac{1}{2}$ Grad; Tycho de Brahe fand die kleinſte Breite 4° 58′ 30″, die mittlere 5° 8′ 45″ und die größte 5° 17′ 30″. Die Bahn des Mondes durchſchneidet daher die Ecliptik in zweyen Punkten, welche Knoten genennet werden; die Durchſchnittslinie der Mondsbahn und der Ecliptik heißt daher auch die Knotenlinie. Die Lage der Knotenlinie bleibt nicht immer einerley, folglich bleiben auch die Knoten nicht in einerley Punkte der Ecliptik, vielmehr rücken ſie der Ordnung der Zeichen jährlich um 19° 10′ 43″ entgegen und machen daher in 18 Jahren 224 Tage 4 Stunden 45 Minuten einen ganzen Umlauf. Zu gewiſſen Zeiten findet man auch den ſcheinbaren Durchmeſſer des Mondes größer, und

zu

zu andern Zeiten kleiner; dieſerwegen kann auch der Mond in allen ſeinen Stellen nicht gleich weit von der Erde entfernet und ſeine Bahn kein Kreis ſeyn, wozu unſere Erde als Mittelpunkt gehörte. Aus den fleißigen Beobachtungen hat man gefunden, daß die Bahn des Mondes ebenfalls wie die ſcheinbare Sonnenbahn eine Ellipſe ſey. Der Punkt, in welchem der Mond von der Erde am weiteſten entfernet iſt, heißt die **Erdferne** (apogeum); der Punkt aber, in welchem er der Erde am nächſten iſt, die **Erdnähe** (perigeum).

§. 804.

Wenn der Mond im Vollmonde und zugleich in der Erdferne iſt, ſo hat man den ſcheinbaren Durchmeſſer deſſelben 33′ 34″ gefunden; iſt er aber in der Erdnähe und mit der Sonne in Zuſammenkunft, ſo iſt der ſcheinbare Durchmeſſer 29′ 25″. In der mittlern Entfernung des Mondes von der Erde findet man den ſcheinbaren Durchmeſſer deſſelben 31′ 9″. Auch bleiben die Erdferne und die Erdnähe nicht in einerley Stelle, ſondern ſie rücken bald vorwärts, bald rückwärts; vorwärts nemlich, wenn der Mond im Neumond oder Vollmond mit der Erdferne und Erdnähe in gerader Linie iſt, und rückwärts, wenn der Mond ſelbige in Viertheilen trifft. Das mittlere Fortrücken der Erdferne beträgt täglich 6′ 41″, alſo jährlich 40° 49′ 52″, und macht alſo in 8 Jahren 309 Tagen 8 Stunden 37 Minuten 30 Sekund. einen ganzen Umlauf. Endlich bemerkt man noch am Monde zu beſtimmten Zeiten und in beſtimmten Theilen ſeiner Laufbahn eine bald beſchleunigte, bald verzögerte Bewegung. Man findet nemlich die Bewegung von der Erdferne an bis zur Erdnähe beſchleunigt, und von der Erdnähe bis wieder zur Erdferne verzögert.

§. 805.

Die Zeit, welche verfließt, indem der Mond einmal um die Erde herumläuft, nennt man überhaupt einen **Monat**; und es ſind hier fünf verſchiedene Monate zu unterſcheiden. Die Umlaufszeit des Mondes von dem Frühlingspunkte gerechnet bis wieder dahin, heißt der **periodiſche Monat**, und die Umlaufszeit deſſelben von einem Fixſterne angerechnet bis zunächſt wieder zu dem Fixſtern der **ſideriſche Monat**. Wenn man aber den Umlauf vom Neumond bis wieder zum Neumond rechnet, so heißt er **ſynodiſcher Monat** und **Knotenmonat**, wenn man ſeinen Umlauf von dem einen Knoten zu dem nemlichen Knoten rechnet. Endlich nennt man die Umlaufszeit des Mondes von der Erdferne angerechnet, bis er daſelbſt wieder anlangt, den **anomaliſtiſchen Monat**. Aus ſorgfältig angeſtellten Verſuchen hat man die Umlaufszeiten aller dieſer Monate alſo gefunden:

der periodiſche Monat -	27 Tage	7 St.	43 M.	5 Sek.
der ſideriſche —	27 —	7 —	43 —	12 —
der ſynodiſche —	29 —	12 —	44 —	3 —
der Knotenmonat	27 —	5 —	6 —	56 —
der anomaliſtiſche —	27 —	13 —	18 —	35 —

§. 806.

Man ſieht im Monde ſchon mit bloßen Augen hier und da dunkele Flecken, wovon wenigſtens die meiſten ihre Lage gegen einander und ihre Geſtalt beſtändig behalten. Durch gute Fernröhre ſieht man dergleichen noch weit mehrere. Auch nimmt man zugleich beym periodiſchen Wachsthum des Mondes die volle Scheibe deſſelben wahr, wovon aber der dunkele Theil nur ein ſehr ſchwaches Licht beſitzet; jedoch bemerkt man auch ſchon in dem noch nicht erleuchteten Theile helle Stellen, welche gleichſam zackicht von der erleuch-

erleuchteten Sichel in das noch dunkele hineingehen. Ja ſelbſt im vollen Lichte bemerkt man an dem äuſſern hellen Rande verſchiedene Erhöhungen und Ungleichheiten. Uebrigens ſieht man faſt immer einerley Flecken, nur ſcheinen zu manchen Zeiten an dem einen Rande einige ſichtbare Flecken zu verſchwinden, und an dem gerade entgegengeſetzten Rande andere neue zum Vorſchein zu kommen, da denn zugleich alle übrige Flecke ſich demjenigen Rande nähern, wo die erwähnten verſchwunden waren. Die Veränderung der Flecken nimmt man ſowohl gegen Süden als gegen Weſten wahr, und es hat das Anſehen, als ob der Mond um ſeinen Mittelpunkt ein wenig hin und her zurückſchwanke. Daher nennt man auch dieſe Erſcheinungen die Schwankung (libratio) des Mondes. Dieſe Beobachtungen beweiſen alſo unläugbar, daß der Mond eine für ſich dunkele Kugel oder kugelähnlicher Körper ſey, welcher die Erleuchtung von der Sonne erhält, und auf welchem die dunkeln Flecken als Schatten von höhern Gegenden herrühren, die man als Berge zu betrachten hat. Auch die Erſcheinung, daß im Monde die nemlichen Flecken in einerley Lage gegen einander auf der Erde geſehen werden, iſt hinreichend, daraus die Folge zu ziehen, daß der Mond während ſeines Umlaufs um die Erde einen eigenen Umlauf um die Axe machen müſſe. Was übrigens die Erſcheinung des Schwankens des Mondes betrifft, ſo iſt ſie eine Folge davon, daß die Erde nicht in dem Mittelpunkte der Mondsbahn ſtehet, daß der Mond ſelbſt ſeine Breite ändert, auch daß die Erde ſelbſt ſich vielleicht mit dem Monde um die Sonne herum beweget.

§. 807.

Die Planeten rücken in dem Thierkreiſe beſtändig von einem Stern zum andern, haben aber theils ſüdliche

liche theils nördliche Breite und kommen während ihres Umlaufs nur zweymal in die Ecliptik. Es ſchneidet alſo die erweiterte Bahn eines jeden Planeten die Ecliptik in zweyen Punkten, welche auch hier die Knoten genennet werden. Vorzüglich giebt es zwey Planeten, den **Merkur** und die **Venus**, welche beſtändig der Sonne nahe bleiben. Der Merkur entfernet ſich von der Sonne nicht über 28 Grade, und iſt daher bey uns unerachtet ſeines hellen Glanzes wenig ſichtbar, zuweilen ſieht man ihn in der Dämmerung nahe am Abend- oder Morgenhorizont. Was die Venus betrifft, ſo entfernet ſich dieſe von der Sonne höchſtens auf 48 Grade. Sie erſcheinet mit einem vorzüglich lebhaften Glanze, und iſt unter dem Namen **Morgen- und Abendſtern** bekannt.

§. 808.

Die ſcheinbaren Durchmeſſer des Merkurs und der Venus findet man nicht beſtändig gleich groß. Wenn beyde Planeten nahe bey der Sonne ſind, und ſich von Oſten gegen Weſten zu bewegen ſcheinen, ſo nimmt der ſcheinbare Durchmeſſer derſelben zu, und wächſt immer noch, wenn ſie wieder zur Sonne zurückkehren, bis ſie mit ſelbiger abermals in Conjunktion kommen; alsdenn fängt der ſcheinbare Durchmeſſer an abzunehmen, und wird bis zur folgenden Conjunktion mit der Sonne immer kleiner. Durch gute Sternröhre bemerkt man auch noch, daß ſie wie der Mond periodiſch ab- und zunehmen, und daß ihr heller Theil allemal der Sonne zugekehret iſt. Auch findet man den ſcheinbaren Durchmeſſer derſelben am größten, wenn der erleuchtete Theil derſelben ſichelförmig, und am kleinſten, wenn ſie wie eine lichte Scheibe glänzen. Uebrigens ſind die Ebenen der Bahnen beyder Planeten gegen die Ebene

der

der Ecliptik nie unter einem größern Winkel als von 7 Graden geneigt. Es ſind daher dieſe beyden Planeten von unſerer Erde ungleich weit entfernet. In dem Falle, da ihre Durchmeſſer am größten zu ſeyn ſcheinen, und ſie nur ſichelförmig erleuchtet ſind, müſſen ſie zwiſchen der Erde und Sonne, und in dem Falle, da der Durchmeſſer am kleinſten iſt, und ſie im vollen Lichte ſind, hinter der Sonne ſich befinden. Es ſind demnach die Bahnen dieſer Planeten kleiner, als die Erdbahn, und ſind folglich der Sonne näher als die Erde. Aus dieſem Grunde heißen ſie auch untere Planeten. Weil beyde Planeten wie der Mond periodiſch ab- und zunehmen, und ihre erleuchtete Seite allemal der Sonne zugekehret iſt, ſo folgt auch, daß beyde für ſich dunkele Körper ſind, welche ihr Licht von der Sonne erhalten. Auch können die Bahnen dieſer Planeten nicht in einerley Ebene mit der Erdbahn liegen, weil ſie ſonſt keine nördliche und keine ſüdliche Breite hätten, und bey der untern Conjunktion mit der Sonne als ein runder ſchwarzer Flecken in ſelbiger geſehen werden müßten.

§. 809.

Die Knoten der Venus und des Merkurs bleiben nicht an einerley Stelle, ſondern ſie rucken rückwärts fort, und zwar die Knoten des Merkurs jährlich 45″ und der Venus 31″. Daher iſt es möglich, daß der Abſtand der Sonne von dem Knoten ſo klein wird, daß er in der untern Conjunktion mit der Sonne als ein dunkler Flecken in ſelbiger erſcheinet, und einen ſogenannten Durchgang durch ſelbige macht. Dergleichen Durchgänge hat man auch von beyden wahrgenommen. Auch auf der Venus hat man durch ſehr vergrößerte Sternröhre Flecken entdeckt, welche ſich von Oſten gegen Weſten

zu bewegen ſcheinen. Wegen ihrer periodiſchen Wiederkunft, und wegen ihrer regelmäßigen Bewegung hat man daraus geſchloſſen, daß die Venus ein kugelartiger Körper ſey, welcher ſich in 28 Stunden und 20 Minuten um ſeine Axe drehe. Bey dem Merkur hat man wegen der allzugroßen Nähe bey der Sonne etwas ähnliches noch nicht entdecken können.

§. 810.

Die Zeit, binnen welcher ein Planet um die Sonne herumläuft, nennt man die Umlaufszeit des Planeten, und man muß hier dreyerley Umlaufszeiten unterſcheiden, nemlich die ſideriſche, oder die Zeit des Planeten von einem Fixſterne angerechnet bis wieder zu demſelben, die tropiſche, oder die Zeit vom Frühlingspunkte angerechnet bis wieder dahin, und die ſynodiſche, oder die Zeit von einer Zuſammenkunft mit der Sonne bis wieder zu derſelben. Die Umlaufszeiten hat man gefunden

	ſideriſche				tropiſche				ſynodiſche			
	Tag.	St.	M.	S.	Tag.	St.	M.	S.	Tag.	St.	M.	S.
Venus	224.	16.	41.	32.	224.	16.	41.	32.	583.	22.	7.	6.
Merkur	87.	23.	15.	37.	87.	23.	14.	26.	115.	21.	3.	22.

§. 811.

Ein jeder von den beyden Planeten Merkur und Venus wird den ganzen tropiſchen Umlauf machen, wenn die Erde in ihrer Bahn in eben der Zeit nur einen Theil zurücklegt. Daher kommt es, daß der Planet zuweilen geradläufig, zuweilen rückläufig und zuweilen gar ſtillſtehend von der Erde erſcheinen.

§. 812.

Die übrigen vier Planeten, Mars, Jupiter, Saturn und Uranus kommen jährlich einmal mit der Sonne in Conjun[illegible] und in Gegenſchein. Sie bewe-

bewegen ſich in Bahnen, welche um die Erde und Sonne ſich erſtrecken; daher ſie auch nie unter der Sonne geſehen werden. Im Gegenſcheine mit der Sonne iſt ihr ſcheinbarer Durchmeſſer am größten, nimmt hiernächſt bis zur Zuſammenkunft mit der Sonne ab, und wächſt von da wieder bis zum Gegenſchein, folglich ſind ſie im erſten Falle der Erde näher und im andern weiter davon entfernet. Bey dem Mars findet man auch wie bey dem Monde veränderte Lichtgeſtalten, welche man wegen der großen Entfernung von der Erde bey den übrigen dreyen Planeten nicht wahrgenommen hat. Uebrigens glänzet Mars mit einem röthlichen Lichte und Jupiter kommt in Anſehung des Glanzes und der Größe der Venus nahe; Saturn aber hat ein etwas matteres Licht als Jupiter, und kann von jenen beyden ſehr leicht unterſchieden werden. Man ſieht ihn nemlich durch ein Sternrohr mit einem flachen leuchtenden Ringe, welcher aber mit dem Planeten ſelbſt an keiner Stelle zuſammenhängt. Durch Hülfe ſehr ſtark vergrößernder Fernröhre hat man auf dem Mars und Jupiter dunkele Flecken beobachtet; vornemlich hat man beym Jupiter Streifen von veränderlicher Geſtalt wahrgenommen; auch ſind dergleichen im Mars und Saturn geſehen worden. Aus der regelmäßigen Bewegung dieſer Flecken hat man auf die Umdrehung dieſer Planeten um ihre Axe geſchloſſen. So ſoll ſich Mars in 24 Stunden 40 Minuten, Jupiter in 9 Stunden 56 Minuten und Saturn in 4 Stunden um die Axe drehen. Es bewegen ſich alſo dieſe vier Planeten in Bahnen, welche größer als die Erdbahn ſind, und ſchließen daher die Erdbahn ein; dieſerwegen heißen ſie auch obere Planeten.

§. 813.

Auch die Bahnen der obern Planeten haben wie die untern bald nördliche bald ſüdliche Breite und ſchneiden daher die Ecliptik ebenfalls in zweyen Punkten den ſogenannten Knoten. Eben ſo ſind auch die Neigungen der Bahnen gegen die Ecliptik eben nicht immer vollkommen gleich, und die Knoten rücken wie die Knoten des Mondes und der untern Planeten rückwärts fort.

	jährliche Bewegung der Knoten	Neigung der Bahn
Mars	40″	1° 51′ 0″
Jupiter	1″	1° 19′ 10″
Saturn	30″	1° 30′ 20″

Die Neigung der Bahn des Uranus hat man bis jetzt 46′ 16″ gefunden. Was die Umlaufszeiten dieſer Planeten betrifft, ſo ſind ſie

	ſiderische				tropiſche				ſynodiſche			
	Tag.	St.	M.	S.	Tag.	St.	M.	S.	Tag.	St.	M.	S.
Mars.	686.	23.	30.	43.	686.	22.	30.	27.	729.	22.	28.	26.
Jupiter.	4332.	8.	51.	26.	4330.	8.	58.	27.	398.	21.	15.	45.
Saturn.	10761.	14.	36.	42.	10749.	7.	21.	50.	378.	2.	8.	8.

Die ſideriſche Umlaufszeit des Uranus beträgt ohngefähr 83 Jahre, $273\frac{1}{3}$ Tage.

§. 814.

Es durchlaufen alſo die obern Planeten nur einen Theil ihrer Bahn, wenn die Erde in eben der Zeit ihre ganze Bahn vollendet. Hieraus wird es aber auch begreiflich, daß dieſe Planeten auf der Erde geradläufig erſcheinen, wenn ſie in Conjunktion mit der Sonne ſind, rückgängig, wenn ſie mit der Sonne im Gegenſchein ſind, und ſtillſtehend, wenn ſie von der Sonne um den vierten Theil des Himmels entfernet ſind. Durch fleißige Beobachtungen und mühſam angeſtellte Rechnungen über die Planeten fand Kepler zuerſt, daß die Planetenbahnen lauter Ellipſen ſind, in deren einen Brennpunkte die

Sonne

Sonne liegt (§. 173.). Hieraus läßt es ſich einſehen, daß die Planeten in gleichen Zeiten nicht gleiche elliptiſche Bogen durchlaufen können, vielmehr werden ſie ſich bald geſchwinder, bald langſamer bewegen müſſen: in der Sonnenferne wird nemlich die Bewegung derſelben langſamer, und in der Sonnennähe geſchwinder von ſtatten gehen.

§. 815.

Wenn die Horizontalparallaxe nebſt dem ſcheinbaren Durchmeſſer der bisher betrachteten Himmelskörper bekannt ſind, ſo laſſen ſich daraus nicht allein die Entfernungen derſelben von unſerer Erde, ſondern auch ſelbſt ihre wahren Durchmeſſer, folglich ihre körperlichen Größen finden, wenn man annimmt, daß ſie nicht viel von der Kugelgeſtalt abweichen. Nach Tob. Mayer beträgt die Horizontalparallaxe des Mondes 61′ 32″, wenn er ſich in der Erdnähe und zugleich im Gegenſcheine befindet, aber nur 54′ 2″, wenn er ſich in der Erdferne und in Zuſammenkunft mit der Sonne befindet. Die Horizontalparallaxe des Mondes in ſeiner mittleren Entfernung endlich iſt 57′ 3″ gefunden worden. Setzt man nun den Halbmeſſer der Erde = r, ſo erhält man die kleinſte Entfernung des Mondes von der Erde = 55,87. r, die mittlere Entfernung = 60,25. r und die größte Entfernung 63,62. r. Aus dem ſcheinbaren Durchmeſſer des Mondes in der mittleren Entfernung von der Erde = 31′ 9″ wird ſein wahrer Halbmeſſer = 0,2728. r gefunden. Nimmt man die körperliche Größe der Erde = 1, ſo findet man ohngefähr das Verhältniß derſelben zum Monde $= 1 : \frac{1}{50}$.

§. 816.

Nach den neueſten Beobachtungen des Herrn de la Lande iſt die Horizontalparallaxe der Sonne

 = 8,6

= 8,6 Sekunden beſtimmt worden; daraus findet man die mittlere Entfernung der Sonne von der Erde = 23982, 8. r. In dieſer mittlern Entfernung beträgt der ſcheinbare Halbmeſſer der Sonne = 16′ 1″, und daraus ergiebt ſich der wahre Durchmeſſer der Sonne = 111, 7. r. Das Verhältniß der körperlichen Größe der Erde zu der der Sonne beträgt ohngefähr = 1 : 1385470.

§. 817.

Wenn man die Entfernung der Erde von der Sonne = 1 ſetzt, ſo ſind nach Herrn de la Lande die größten, mittleren und kleinſten Entfernungen der Planeten von der Sonne

	größte	mittlere	kleinſte
Saturn.	10,07147	9,53937	9,00727
Jupiter.	5,45375	5,20098	4,94821
Mars.	1,66487	1,52369	1,38151
Venus.	0,72843	0,72333	0,71318
Merkur.	0,46670	0,38710	0,30710

Hieraus laſſen ſich nun ſehr leicht die Entfernungen dieſer Planeten von der Erde in Erdhalbmeſſern finden. Für den Uranus hat Herr Mecchain angegeben

die größte Entfernung	19,89938
die mittlere ——	19,07904
die kleinſte ——	18,25870

Die ſcheinbaren Durchmeſſer der Planeten betragen nach Herrn de la Lande aus der Sonne in ihrer mittleren Entfernung von der Erde geſehen

Ring des Saturn: 6′ 40,6″, Saturnus 2′ 51,7″, Jupiters 3′ 13,7″, des Mars 11,8″, der Venus 16,25″, des Merkurs 7,0″ und nach Herrn Herſchel des Uranus etwa 4,0″. Hieraus findet man noch die wirklichen Halbmeſſer der Planeten, nemlich des Ringes vom Saturn 23,291. r, des Saturns 9,9825. r, des Jupiters 11,262. r, des Mars 0,6628. r,

0,6628. r, der Venus 0,9593. r, des Merkurs 0,4070. r und des Uranus etwa 4,31769. r. In Vergleichung mit der Größe der Erde iſt ohngefähr der Merkur 10mal, der Mars $3\frac{1}{2}$mal, die Venus $\frac{1}{10}$mal kleiner, hingegen der Saturn 1030mal, der Jupiter 1478mal und der Uranus 80mal größer als die Erde.

§. 818.

Man nimmt zum öftern wahr, daß auch die ſcheinbar größten Fixſterne von den entfernteſten Planeten bedecket werden; ja, durch die beſten Fernröhre iſt man nicht im Stande nur einige Vergrößerung an ihnen zu entdecken; daher hat man bey dieſen wie bey den Planeten noch keine jährliche Parallaxe bemerken können. Es müſſen demnach die Fixſterne von unſerer Erde ſehr weit entfernet ſeyn. Nimmt man nur die Parallaxe = 1 Sekunde an, ſo würde man die Entfernung eines Fixſternes von der Erde = 49862736000. Erdhalbmeſſer finden. Man weiß ferner, daß der ſcheinbare Durchmeſſer auch der größten Fixſterne noch keine Sekunde betrage; daher würde man ſie unter einem ſolchen kleinen Sehewinkel gar nicht bemerken können, wenn dieſes nicht ihr vorzüglich lebhafter Glanz verurſachte. Daraus ſchließt man, daß die Fixſterne ihr eigenes Licht wie die Sonne haben müſſen.

§. 819.

Weil unſere Erde und der Mond für ſich dunkele kugelähnliche Körper ſind, welche ihr Licht von der Sonne erhalten, ſo müſſen ſie auch hinter dem erleuchteten Theile einen kegelförmigen Schatten werfen. Geſetzt nun, ein Himmelskörper komme in ſeiner Bahn dieſem Schatten ſo nahe, daß entweder ein Theil von ihm oder vielleicht der ganze Körper durch den Schatten

ten hindurchgehen müſſe, ſo iſt es natürlich, daß er an der Stelle, wo er in den Schatten tritt, ſein Licht ſo lange verliere, bis er wieder aus dem Schatten kömmt. Dieſe Begebenheit, da man an dem einen oder andern Himmelskörper durch den verurſachten Schatten eines andern Himmelskörpers eine Verdunkelung wahrnimmt, nennt man eine Finſterniß. Befindet ſich der Mond mit der Sonne in Zuſammenkunft, ſo kann er der Sonne ſo nahe kommen, daß er entweder durch den Knoten gehet, oder doch nicht weit davon entfernt iſt; alsdenn muß er aber auch verurſachen, daß in ſeinen Schatten die Sonne entweder ganz oder nur zum Theil kommt, welche folglich daſelbſt auf eine Zeitlang verdunkelt wird. Dieſe Erſcheinung an der Sonne, welche man eine Sonnenfinſterniß nennt, muß allemal erfolgen, wenn die Entfernung der Mittelpunkte des Mondes und der Sonne von einander kleiner als die Summe der ſcheinbaren Halbmeſſer iſt.

§. 820.

Befindet ſich aber der Mond mit der Sonne im Gegenſchein zugleich einem Knoten ſehr nahe, oder vielleicht im Knoten ſelbſt, ſo muß er entweder von dem Erdſchatten zum Theil oder ganz verdunkelt werden. Der Erdſchattenkegel wird alsdenn von der Mondſcheibe ſenkrecht geſchnitten, und der projicirte Schatten muß auf dem Monde kreisförmig erſcheinen. Dieſe Erſcheinung, welche eine Mondfinſterniß genennet wird, erfolgt allemal, wenn die Entfernung des Mittelpunktes des Mondes von dem Mittelpunkte des von einer eben ſo weit entfernten Ebene, als der Mond von der Erde ſich befindet, projicirten Erdſchattens kleiner wird, als die Summe des Monds= und des projicirten Schattenhalbmeſſers.

§. 821.

Weil die Sonne über 300mal weiter von der Erde entfernet iſt als der Mond, ſo muß auch die Parallaxe der Sonne in einerley Höhe mit dem Monde über 300mal kleiner als die des Mondes ſeyn. Daraus folgt, daß denenjenigen Bewohnern auf der Erdoberfläche, welche die Sonne über den Horizont haben, eine Sonnenfinſterniß nicht zu einerley Zeit erſcheinen, auch nicht gleiche Zeit dauren könne. Ja, es iſt möglich, daß einige einen Theil der Sonne verfinſtert ſehen, wenn die andern gar keine Verfinſterung bemerken. Im Gegentheil wird eine Mondfinſterniß allen Erdbewohnern, über deren Horizont der Mond ſich befindet, zugleich ſichtbar, und von gleicher Dauer ſeyn.

§. 822.

Es ſey S (Fig. 74.) die Sonne, T die Erde, ſo iſt fdg der Erdſchattenkegel, deſſen Axe ed etwa 217 Erdhalbmeſſer lang ſeyn muß. Wäre nun orſk ein Theil der Mondsbahn, ſo kann der Mond, welcher ohngefähr 60 Erdhalbmeſſer von der Erde entfernet iſt, bey r, wo er von der Erde aus der Sonne gegenüber als Vollmond geſehen wird, in den vollen Schattenkegel treten, und bey ſ wieder hervorgehen. Da, wo der Mond in den Schattenkegel tritt, iſt derſelbe faſt dreymal breiter als der Mond, ſo daß dieſer nicht allein völlig verfinſtert, ſondern auch eine gewiſſe Zeit im vollen Schatten bleiben kann. Eine ſolche Finſterniß wird eine totale mit Dauer genannt, welche zugleich central iſt, wenn der Mond im Knoten ſich befindet. Die Zeitdauer einer ſolchen centralen totalen Finſterniß kann auf $1\frac{3}{4}$ Stunden betragen.

§. 823.

Weil der Durchmeſſer des Mondes über 400mal kleiner als der der Sonne iſt, ſo wird die Länge des Mondſchattenkegels ohngefähr 215 Mondshalbmeſſer oder 59 Erdhalbmeſſer gefunden. Wäre alſo der Mond von der Erde weiter als 59 Erdhalbmeſſer entfernet, ſo könnte der volle Schatten des Mondes die Erde nicht mehr erreichen. In der Erdnähe aber beträgt die Entfernung des Mondes von der Erde etwa 56 Erdhalbmeſſer, alſo erreicht der volle Schatten des Mondes in der kleinſten Entfernung die Erde allemal, und in der mittleren beynahe, weil ſie alsdenn etwa 60 Erdhalbmeſſer iſt.

§. 824.

Im Jahr 1609. bald nach Erfindung der Fernröhre entdeckte Simon Marius und kurz nachher Galiläus bey dem Jupiter vier kleine Sternchen, welche nicht immer einerley Lage unter ſich und gegen andere Sterne behalten, und bald zur Rechten bald zur Linken beym Jupiter ſich befinden, daher man ſie auch nicht für Fixſterne halten kann. Nach größerer Vollkommenheit der Fernröhre bemerkte man in ihnen zum öftern eine Verdunkelung. Hieraus hat man alsdenn geſchloſſen, daß ſie wie der Mond für ſich dunkele und undurchſichtige Körper ſind, welche um den Jupiter in verſchiedenen Entfernungen herumlaufen, von der Sonne ihr Licht erhalten, und mit Jupiter zugleich um die Sonne herumgeführet werden. Daher haben ſie den Namen Jupitersmonde erhalten; auch nennt man ſie Trabanten oder Nebenplaneten, welche zu ihrem Hauptplaneten dem Jupiter gehören. Auch beym Saturn hat man durch Hülfe guter Fernröhre fünf kleine Sternchen entdeckt, wozu nun noch vom Herrn Herſchel im Jahre 1789. zwey neue gekommen ſind. Dieſe Trabanten bewegen

ſich

ſich nach ähnlichen Geſetzen wie die Jupitersmonden um den Saturn, und mit ſelbigem zugleich um die Sonne. Man hat an dieſen Sternchen ebenfalls Verfinſterungen wahrgenommen; daher muß man ſie für dunkele undurchſichtige Körper halten, welche ihr Licht von der Sonne erhalten. Beym Uranus hat Herr Herſchel im Jahre 1787. ebenfalls zwey Trabanten entdeckt.

§. 825.

Aus den Beobachtungen der Jupiters- Saturnus- und Uranusmonde, und den daraus hergeleiteten Folgen, hat man nicht nur die Lage, Geſtalt und Größe ihrer Bahnen, ſondern auch ihre Umlaufszeiten gefunden. Die erſtern genauern Tafeln über die Bewegung der Jupitersmonde hat der ältere Caſſini 1668, und noch vollkommner Herr Wargertin 1746. geliefert. Die Neigungen der Ebenen der Bahnen des erſten, zweyten und dritten Trabanten vom Jupiter gegen die Ebene der Ecliptik beträgt ohngefähr $3\frac{1}{2}$ Grad, und die von dem 4ten etwa $2\frac{1}{2}$ Grad; hingegen bewegen ſich die vier erſten Trabanten des Saturnus in der Fläche des Ringes, und ihre Bahnen neigen ſich gegen die Ebene der Ecliptik unter einem Winkel von $31\frac{1}{2}$ Grad, die des fünften Trabanten von 15 Grad.

§. 826.

Was die periodiſchen und ſynodiſchen Umlaufszeiten der Jupitersmonden betrifft, ſo ſind ſie nach den neueſten Beobachtungen folgende:

	period. Umlauf				ſynodiſch. Umlauf			
für den 1ſten	1 Tag	18 Stund.	27′	33″	1 Tag	18 St.	28′	36″
— — 2 —	3 —	13 —	13 —	42	3 —	13 —	17 —	54
— — 3 —	7 —	3 —	42 —	33	7 —	3 —	59 —	36
— — 4 —	16 —	16 —	32 —	8	16 —	18 —	5 —	7

Die

Die periodiſchen Umlaufszeiten der Saturnusmonde ſind folgende:

für den 1ſten	1 Tag	21 Stund.	18 Min.	27 Sek.
— — 2 —	2 —	17 —	44 —	22 —
— — 3 —	4 —	12 —	25 —	12 —
— — 4 —	15 —	22 —	34 —	38 —
— — 5 —	79 —	7 —	47 —	0 —
— — 6 —	0 —	23 —	14 —	0 —
— — 7 —	0 —	32 —	50 —	0 —

Der ſechſte und ſiebente Saturnusmond ſteht zunächſt am Saturn.

Die Umlaufszeiten für die Uranusmonde hat man nach den neueſten Beobachtungen gefunden

für den 1ſten	8 Tage	17 Stund.	1 Min.	19,3 Sek.
für den 2ten	13 —	11 —	5 —	1,5 —

§. 827.

Die Beobachtungen der Verfinſterungen der Jupiterstrabanten haben die merkwürdigſte Entdeckung veranlaßt, daß das Licht, welches von einem leuchtenden Punkte ausgehet, nicht plötzlich erfolge, ſondern ſich nach und nach, jedoch mit einer ſehr großen Geſchwindigkeit fortpflanze. Wenn nemlich Jupiter im Gegenſchein mit der Sonne ſich befindet, ſo iſt er der Erde um den Durchmeſſer der Erdbahn näher, als wenn er mit der Sonne in Zuſammenkunft iſt. Nun fand man, daß die Finſterniſſe der Jupitersmonde allemal etwas ſpäter erfolgten, als der Rechnung gemäs ſeyn ſollte, wenn Jupiter mit der Sonne in Zuſammenkunft, im Gegentheil aber etwas früher, wenn er mit der Sonne im Gegenſchein war. Die Beobachtungen ergeben, daß die Finſterniſſe im erſten Falle 16 Minut. und 15 Sekund. ſpäter eintraten, als in dem andern Falle. Hieraus zog man alsdenn die Folge, daß das Licht 8 Minuten $7\frac{1}{2}$ Sekunden Zeit gebrauche, einen Weg zurückzulegen, welcher dem Halbmeſſer

meſſer der Erdbahn, oder der Entfernung der Erde von der Sonne gleich iſt. Im Jahre 1725 wurde dieſe Entdeckung noch mehr durch die Beobachtungen der Fixſterne von Bradley beſtätiget. Er fand nemlich eine periodiſche ſcheinbare Veränderung in der Lage der Fixſterne, welche er blos aus der Fortpflanzung des Lichtes erklären konnte, und nannte dieſe ſcheinbare Bewegung der Fixſterne die Abirrung des Lichtes, welche ein Erfolg der zuſammengeſetzten Bewegung des Lichtes, der Fixſterne und der Fortrückung der Erde in ihrer Bahn iſt.

§. 828.

Was die Kometen betrifft, ſo erſcheinen dieſe nur von Zeit zu Zeit oft ſehr unerwartet, und ſind alle mit einem Schweiſe oder Dunſtſchein verſehen. Sie ſind längſtens 6 bis 7 Monate ſichtbar und haben auſſer der gemeinſchaftlichen Bewegung von Morgen gegen Abend noch eine eigene aber ſehr unordentlich erſcheinende: ſie bewegen ſich nemlich theils im Thierkreiſe von Weſten gegen Oſten, theils gehen ſie durch andere Sterne hindurch, welche nicht zum Thierkreiſe gehören, theils nehmen ſie ihren Weg wider die Sterne im Thierkreiſe von Oſten gegen Weſten, und laufen auf dieſe Weiſe um den ganzen Himmel herum. Von ihrer erſten Sichtbarkeit an werden ſie immer größer, bis ſie nach der größten erlangten Größe wieder kleiner werden, und ſich endlich ganz verlieren. Man ſieht ſie immer im vollen Lichte, auch ſelbſt wenn ſie bey der Sonne ſtehen, und der Rechnung gemäs zwiſchen der Erde und der Sonne ſich befinden; jedoch iſt aber allemal diejenige Seite heller, welche der Sonne zugekehret iſt. In Anſehung des Lichtes iſt die Farbe bey mehreren Kometen auch verſchieden, bald gelblicher, bald röthlicher, bald weißlicher, aber nie ſo feurig und lebhaft

als

als bey den Planeten. Der Schweif iſt allemal der Sonne entgegengekehrt. Ueberhaupt lehren die neuern Beobachtungen, daß dieſe Kometen den Planeten ähnliche Himmelskörper ſind, und ſich nach ähnlichen Geſetzen wie jene um die Sonne bewegen. Die Bahnen, in welchen ſich die Kometen bewegen, ſind ſehr länglichte Ellipſen.

§. 829.

Es läßt ſich jetzt nun wohl mit ziemlicher Gewißheit annehmen, daß alle Planeten, worunter auch unſere Erde gehöret, mit allen ihren Monden, um die Sonne ſich bewegen, und alle die Erſcheinungen dadurch verurſachen, welche bisher ſind angegeben worden, weil ſie ſich nach dieſem Syſtem am natürlichſten und vernünftigſten erklären laſſen. Man nennt auch dieſes Syſtem das Copernikaniſche, weil Copernikus dieſe zuſammengeſetzte Ordnung in der Bewegung der Hauptplaneten mit ihren Monden um die ruhende Sonne zuerſt lehrte. Die alten Weltweiſen aber nahmen an, daß unſere Erde in dem Mittelpunkte der ganzen Schöpfung unbeweglich ſey, und lehrten, daß ſich die Sonne nebſt den Planeten und das ganze Heer der Fixſterne um die Erde herum bewegten. Dieſes Syſtem ſuchte Ptolemäus in ſeinem Almageſt zu beweiſen, und heißt daher das Ptolemäiſche Syſtem. Dieſem Syſtem gab ſelbſt Tycho von Brahe, welcher noch mehr Verdienſt als Copernikus um die Aſtronomie hatte, Beyfall.

§. 830.

Die ſo bewundernswürdige Ordnung in der Bewegung der Himmelskörper rührt allein von der anziehenden Kraft derſelben her, wie oben §. 173. ſchon bewieſen iſt. Auch ſelbſt die ſogenannte Schwungbewegung

wegung iſt eine Folge der anziehenden Kräfte, und rührt keinesweges von einem anfänglichen Stoß des Schöpfers her, wodurch alsdenn die Körper vermöge ihrer Trägheit in alle Ewigkeit ihre erhaltene Bewegung fortſetzen würden. M. ſ. §. 172. Anmerk.

Einige hieher gehörige Schriften:

1. *Claud. Ptolemaei* μεγαλη συνταξις αςρονομίας cum commentat. *Theon. Alexandrini.* Baſil. 1538. Fol.

2. *Nic. Copernici* de revolutionibus orbium coeleſtium L. VI. Baſil. 1566. Fol.

3. *Hevelii* machina coeleſtis. Dant. 1673 - 1679. Fol. T. I. II.

4. *Jo. Flamſtedii* hiſtoria coeleſtis britan. Lond. 1725.

5. *Iſ. Newton* de mundi ſyſtemate. Lond. 1728.

6. *Leonh. Euleri* theoria motuum planetarum et cometarum. Berol. 1744. 4.

7. Aſtronomie, par M. *de la Lande* Tomi III. Par. 1792. gr. 4. Tom. IV. 1781.

8. Joh. Andr. von Segner aſtronomiſche Vorleſungen. Halle 1775. 1776. 4. 1 u. 2r Theil.

9. J. E. Bode Erläuterung der Sternkunde und der dazu gehörigen Wiſſenſchaften. Berlin 1793. II. Theile. 8.

10. Deſſelben Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels. Berlin 1792. 8.

11. Von den Weltkörpern zur gemeinnützigen Kenntniß der großen Werke Gottes, verfaßt von N. Schmidt. Leipz. 1789. 8.

12. Introduction à l'aſtronomie phyſique p. Mr. *Couſin*, à Paris 1787. 4.

Zwölf-

Zwölftes Kapitel.

Von der Erde insbeſondere und derſelben Atmoſphäre.

§. 831.

Wenn man annimmt, daß unſere Erde anfänglich eine flüſſige Kugel geweſen ſey, deren Elemente gegen den Mittelpunkt vermöge der Schwere getrieben wurden, und welche ſich um eine Axe täglich einmal umgedrehet hat; ſo müſſen ſich diejenigen Elemente, welche dem Aequator näher liegen, durch den Umſchwung deſto mehr erhoben haben; auch dieſes würde erfolgen müſſen, wenn gleich die Erde eine feſte Maſſe, deren Oberfläche aber überall mit Waſſer bedeckt wäre. Weil nun unſere Erde um den Aequator herum wirklich große Meere hat, ſo muß ſie auch daſelbſt die angezeigte Geſtalt haben. Man ſieht aber leicht ein, daß dieſe Meere die angränzenden Ufer überſchwemmen würden, wenn nicht dieſelben auf eben dieſe Weiſe gekrümmt und erhaben wären. Daraus iſt nun klar, daß das feſte Land eben die Geſtalt haben müſſe, welche der Schwung den Meeren giebt.

§. 832.

Ein runder kugelähnlicher Körper, welcher durch die Umdrehung einer Ellipſe um eine von beyden Axen beſchrieben wird, heißt ein Sphäroid oder ein Afterkegel. Dieſes Sphäroid iſt entweder ein eyrundes oder ein zuſammengedrucktes Sphäroid, nachdem die Ellipſe um ihre große oder um ihre kleine Axe ſich drehet. Aus den im vorigen §. angeſtellten Betrachtungen

tungen ſchloſſen Huygen und Newton, daß unſere Erde ein zuſammengedrucktes Sphäroid ſey. Da aber dergleichen Schlüſſe auf verſchiedene Vorausſetzungen von der erſten Geſtalt, Beſchaffenheit und Dichte der Erde, auf Geſetze der Schwere u. ſ. beruhen, bey welchen nicht alles als bewieſen angenommen werden kann, ſo fand man es für nöthig, zu wirklichen Ausmeſſungen ſelbſt zu ſchreiten, um die eigentliche Geſtalt der Erde auſſer allem Zweifel zu ſetzen.

§. 833.

Wenn die Oberfläche der Weltmeere auf unſerer Erde völlig in Ruhe wäre, ſo würde ſie als ein Theil einer Kugelfläche erſcheinen, deren Mittelpunkt mit dem Mittelpunkt der Erde einerley iſt. Ob man nun wohl nicht vorausſetzen darf, daß das Waſſer im Weltmeere im Gleichgewicht, und daher völlig in Ruhe wäre, ſo iſt doch die Bewegung deſſelben ſo geringe, daß die Oberfläche der Meere allerdings die Kugelgeſtalt annehmen kann; alsdenn raget das feſte Land auf allen Seiten über der Meeresfläche hervor. Stellt man ſich nun die Oberfläche des Meeres nach allen Seiten erweitert vor, ſo kann man ſelbige als die niedrigſte Horizontalfläche der Erde, und den Halbmeſſer derſelben als den Erdhalbmeſſer annehmen.

§. 834.

Im Jahre 1735. gingen die Herren de la Condamine, Bouguer, Cholin, de Jüſſieu und Couplet nach Quito in Peru beynahe unter dem Aequator unter Seegel, und fanden den erſten Grad der Breite am Aequator 56750 Toiſen. Im folgenden Jahre darauf ſtellten die Herren Cläraut, Maupertuis, Camus, der jüngere le Monnier und der Abt Outhier eine Reiſe nach Tornea in Lappland

unter dem nördlichen Polarkreiſe an, und fanden die Länge eines Grades der Breite 57422 Toiſen. M. ſ. *de la Condamine* Journal du voyage fait par ordre du Roi à l'equateur. Paris 1751. und deſſen meſſure de trois premiers degres du meridien dans l'hemisphere. Par. 1751. *Bouguer* figure de la terre. *Clairaut* theorie de la figure de la terre tirèe des principes de l'hydroſtatique. Paris 1743. M. de *Maupertuis* la figure de la terre. Paris 1738.

§. 835.

Es folgt hieraus, daß die Grade gegen die Pole zu länger werden, und daß ſie zunächſt des Aequators am meiſten gekrümmt, gegen die Pole zu aber weniger gekrümmt ſind. Es ſind alſo die Meridiane der Erde keine Kreiſe; vielmehr hat es ſich durch andere Gründe, welche in der höhern Geometrie ausgeführet werden müſſen, beſtätiget, daß ſie Ellipſen ſind, deren kleine Axe mit der Erdaxe einerley, die größte Axe aber in der Ebene des Aequators liegt. Dieſe und dergleichen Ausmeſſungen ergeben alſo, daß Newtons Schlüſſe wegen der Geſtalt der Erde vollkommen zutreffen. Ob alſo gleich die Erde die Geſtalt eines zuſammengedruckten Sphäroids hat, ſo kann man ſelbige doch in ſolchen Fällen, wo nicht die größte Schärfe geſucht wird, als eine vollkommene Kugel betrachten. Für den Halbmeſſer der Erde nimmt man alsdenn die arithmetiſche mittlere Zahl zwiſchen der halben Erdaxe und zwiſchen dem Halbmeſſer des Aequators an. Nach Bouguer und de Maupertuis Berechnungen hält der Durchmeſſer des Aequators 6562253 und die Erdaxe 6525488 Toiſen, alſo der mittlere Durchmeſſer der Erde 6543871 Toiſen, und der Halbmeſſer 3271935 Toiſen. Es würde alſo die Länge eines Grades = 57106 Toiſen oder 15 geogra-

geographiſche Meilen, jede zu 3807 Toiſen Länge gerechnet, ſeyn.

§. 836.

Nach dieſen Angaben des Halbmeſſers unſerer Erde würde ihre Oberfläche einen Raum von 9775704 geographiſche Quadratmeilen einnehmen. Dies iſt aber nur zu verſtehen, wenn man ſich die Meeresfläche allenthalben erweitert vorſtellet. Da aber das feſte Land mehrere Unebenheiten beſitzet, ſo würde die angegebene Größe der Oberfläche der Erde freylich eigentlich größer ſeyn; allein dies kann hier in keine ſonderliche Betrachtung kommen, zumal da es unmöglich iſt, hierüber richtige arithmetiſche Reſultate zu beſtimmen. Den kleinſten Theil auf der Oberfläche der Erde machen zwey Stücke feſten Landes aus, welche gewiſſermaßen als unregelmäßig gebildete aus dem Waſſer, welches den größten Theil der Erde umgiebt, hervorragende Inſeln zu betrachten ſind. Das erſte Stück des feſten Landes war den Alten ſchon bekannt, und heißt daher auch noch die alte Welt. Es begreift die drey bekannten Welttheile, Aſia, Afrika und Europa in ſich. Europa liegt größtentheils in der nördlichen gemäßigten Zone des Polarkreiſes. Es bedeckt ohngefähr den 54ſten Theil der Erdfläche. Aſia gränzt an der Oſtſeite an Europa, erſtreckt ſich mit einem Theile in die nördliche gemäſſigte Zone, mit einem andern in die kalte Zone, und mit einem dritten Theile in die heiße Zone. Es bedeckt ohngefähr den 14ten Theil der Erdfläche. Afrika fällt größtentheils ſüdwärts von Europa in die heiße Zone, nur ein kleiner Theil erſtreckt ſich in die gemäſſigten beyden Zonen. Das zweyte Stück wurde im Jahre 1492. von Chriſtoph Colom entdeckt, und heißt die neue Welt oder von den Florentiner Amerigo Vespucci Amerika. Es wird dieſes durch

die in der Mitte befindliche ſchmale Landenge bey Panama in zwey beſondere Theile in Nord- und Südamerika eingetheilt, und erſtreckt ſich von der nördlichen kalten Zone durch die gemäßigte nördliche, durch die heiße, und mit einem großen Stücke durch die ſüdliche gemäßigte Zone. Da das ſüdwärts von den Molucken gelegene Neuholland eine ſehr große Inſel iſt, und an Größe beynahe Europa gleichkömmt, ſo hat Herr Forſter ſelbige als ein drittes Stück feſten Landes auf unſerer Erdfläche betrachtet. M. ſ. J. R. Forſters Bemerkungen über Gegenſtände der phyſikaliſchen Erdbeſchreibung u. ſ. aus dem Engl. von Ch. Forſter. Berlin 1783. 8.

§. 837.

Verſchiedene neuere Geographen haben die zwiſchen Aſien und Amerika im ſtillen Meere oder Südmeere gelegenen häufigen Inſeln als einen neuen oder fünften Welttheil unter dem Namen Auſtralien oder Polyneſien betrachtet. Es beſteht dieſer Welttheil aus Neu-Holland, Neu-Guinea, dem Lande der Papuas, Neu-Britannien, Neu-Irland, Louiſiade, Neuſeeland, den zwiſchen, und nahe an den Wendekreiſen etwa vom 90ſten bis 180ſten Grad weſtl. Länge zerſtreueten tropiſchen Inſeln, und einigen unfruchtbaren Inſeln im ſüdlichen Eismeere. Merkwürdig iſt es übrigens, daß alle große Stücken vom feſten Lande gegen Süden in Spitzen mit hohen Vorgebürgen ſich endigen, welche oſtwärts Inſeln, weſtwärts aber große Buchten oder Meerbuſen neben ſich haben. M. ſ. Forſter a. a. O.

§. 838.

Herr Bode giebt nach einer von Herrn Klügel und Tempelmann genommenen Rechnung den Flächenraum von

Europa

Europa	171834	geographiſche	Quadratmeilen
Aſien	641093	——	——
Afrika	531638	——	——
Amerika	572110	——	——
Neuholland	143000	——	——
Summe	2059675	geograph.	Quadratmeilen.

Wenn man nun noch die übrigen Inſeln auf eine Million Quadratmeilen rechnet, ſo würde doch nur die Oberfläche des feſten Landes auf der Erde 3059675 geographiſche Quadratmeilen betragen. Zieht man dieſe von der im §. 836. angegebenen Oberfläche der Erde ab, ſo würden 6716029 Quadratmeilen mit Waſſer bedeckt ſeyn. Es beträgt alſo das feſte Land noch nicht einmal $\frac{1}{3}$ von der Oberfläche unſerer Erde. M. ſ. J. **Elert Bode** Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel. Berlin 1786. gr. 8.

§. 839.

I. Von dem feſten Lande.

A. Von den Bergen.

Man darf nur einen flüchtigen Blick auf das feſte Land und der darin befindlichen kleinen Gewäſſer thun, um zu finden, daß auf ſelbigem größere und kleinere Erhöhungen anzutreffen ſind, welche **Berge, Hügel, Anhöhen** genennet werden. Selten wird man aber auf dem ebenen Lande einzelne Berge und eine beträchtliche Höhe finden, ſondern es liegen meiſtentheils mehrere Berge zuſammen, welche Gebirge bilden. Laufen dieſe Berge in einer langen Reihe fort, ſo nennt man ſie **Bergreihen, Bergketten,** zwiſchen welchen ſich Vertiefungen von verſchiedener Geſtalt, die **Thäler** oder **Schluften** heißen, befinden. Ueberhaupt iſt die Oberfläche des feſten Landes unſerer Erde ſehr ungleich; oft ſteigt ſelbige langſam und allmählig, oft ſehr ſchnell in die Höhe, ſenkt ſich alsdenn wieder, und dehnt ſich in **Ebenen** oder Plai-

Plainen aus. Gewöhnlich ſind die Seeküſten die niedrigſten Stellen des feſten Landes. Von einem Stück feſten Lande liegt meiſtentheils der mittlere Theil am höchſten. Die großen Bergketten ſcheinen über die ganze Oberfläche der Erde in einer ununterbrochenen Verbindung zu ſtehen; ja die Inſeln, welche über der Meeresfläche hervorragen, können als die Gipfel der unter dem Waſſer liegenden Bergketten betrachtet werden. Die Hauptreihen der Berge laufen gemeiniglich ſeitwärts in kleinere Reihen von Gebirgen aus, welche ſich wohl zuletzt in Ebenen verlieren.

§. 840.

Der Lauf der Flüſſe zeiget an, welche Stellen des feſten Landes höher als andere liegen. Diejenigen Oerter auf der Erdoberfläche, welche Waſſer nach vielen Seiten hinführen, nennt man **Landhöhen**, oder, wenn ihre Ausdehnung ſich nach allen Seiten hin weit erſtrecket, **Plattformen**, oder, wenn ſie ſich nach ein oder der andern Gegend hin weit ausdehnen, **Bergrücken** oder **Landrücken**. Unter der **Höhe** eines Berges verſteht man die vertikale Linie von der Spitze deſſelben bis zum wahren Horizont. Oftmals begreift man auch wohl unter der Höhe eines Berges die vertikale Linie bis zur erweiterten Oberfläche des Weltmeeres, und in dieſem Verſtande wird ſelbige hier genommen. Man beſtimmt dieſe entweder durch unmittelbare geometriſche Ausmeſſungen, oder durch Nivelliren oder vermittelſt des Barometers. Die Höhen der vornehmſten bekannten Berge über der Meeresfläche in Toiſen ausgedrückt ſind folgende:

Chimboraço	3220	nach Condamine.
Cayambe = orcou	3030	— ——
Antiſana	3020	— ——
Coto = pori	2950	— ——
Coraçon	2470	— ——
Pichincha	2430	— ——

Die

Die Stadt Quito	1462	nach Condamine.
Pic auf Teneriffa	2500	nach Bouguer.
	1904	nach de Verdün.
Mont⸗blanc	2426	nach Sauſſüre.
Aiguille d'Argenterie	2094	— —
Corna du midi	1945	nach Lüc.
St. Gotthard	1650	nach Scheuchzer.
Aetna	1672	nach Needham.
Gletſcher Buet	1576	nach Sauſſüre.
Canigou in Rouſſillon	1442	nach Caſſini.
Spitze beym Kloſter auf dem St. Bernhardt	1274	nach Sauſſüre.
Das Kloſter ſelbſt	1241	nach Needham.
Mont d'or in Auvergne	1048	nach Caſſini.
Furka	973	nach Scheuchzer.
Mole de Genf	940	nach Sauſſüre.
Puy⸗de Dome in Auvergne	817	nach Caſſini.
Brocken auf dem Harz	546	nach Lüc.
Thal Chamouny	524	nach Sauſſüre.
Gipfel des Mont⸗Cenis	432	nach Needham.
Genf	188	nach Sauſſüre.
Paris, Saal der Sternwarte	56	nach Paſumot.

M. ſ. **Torbern Bergmann** phyſikaliſche Beſchreibung der Erdkugel, a. d. Schwed. überſetzt von Röhl. Greifswalde 1780. 8. de Lüc phyſikaliſche und moraliſche Briefe über die Geſchichte der Erde und des Menſchen, aus d. Franzöſ. Leipz. 1781. 8. **Abrah. Gotth. Käſtners** Abhandlung von Höhenmeſſungen durch das Barometer, in den Anmerk. über die Markſcheidekunſt. Göttingen 1775. 8. S. 215. u. f. **J. H. v. Magellans** Beſchreib. neuer Barometer, nebſt einer Anweiſung zum Gebrauche derſelben bey Meſſung der Höhen der Berge ꝛc. a. d. Franz. Leipz. 1782. 8. **Joh. Tob. Mayer** Abhandlung über das Ausmeſſen der Wärme in Rückſicht und Anwendung auf das Höhenmeſſen mit dem Barometer. Frankfurt u. Leipz. 1796. 8.

§. 841.

So groß auch die Höhen dieſer Berge ſind, ſo kommen ſie doch in Vergleichung mit dem Halbmeſſer der Erde in keine große Betrachtung. Nimmt man nemlich die Größe des mittleren Halbmeſſers = 3271935 Toiſen (§. 835.), ſo wird die Höhe des höchſten und bekannten Berges von 3220 Toiſen noch nicht einmal 0,001 von dieſem Halbmeſſer betragen. Daher kann auch der Erde durch dieſe Berge von ihrer Kugelgeſtalt nichts benommen werden. In Anſehung der äuſſern Geſtalt ſind die Berge unter einander ſehr verſchieden. Mehrentheils ſteigen auch die größten und beträchtlichſten Berge allmählig an, und ſind an dem weit ausgebreitetem Fuße und am Abhange mit Erde bedeckt, im Gipfel aber ſteigen ſteile Felſen und Klippen empor. Sind dieſe Klippen ſchmal, und faſt wie Nadeln gebildet, ſo heißen ſolche Berge Nadelberge, Piken oder Aiguillen. Solche ſteile Felſenwände bilden oft ungeheure Schluften, durch welche auch oft Ströme oder Bergwaſſer fließen, wodurch die Bergrücken queer durchſchnitten werden. Oft ſind aber auch die Berge oben abgerundet, oft beſitzen ſie einen langen ſchmalen Rücken, oft dehnen ſie ſich in einer ebenen Fläche aus.

§. 842.

Auf den Bergen iſt die Luft kälter als in den niedrigen Gegenden theils weil die Luft in der Tiefe dichter, theils auch wegen der Reflexion der Sonnenſtrahlen, theils aber auch wegen der daſelbſt mehr angehäuften Wärmematerie. Daher kommt es, daß die Gipfel der Berge ſelbſt in den heißeſten Gegenden mit Eis und Schnee bedeckt ſind. Jedoch iſt dieſe beſtändige Schneegränze deſto höher, je näher die Berge der warmen Zone liegen, wird aber deſto niedriger, je weiter man ſich den Polen nähert, woſelbſt

ſie

ſie bis zur Meeresfläche herabgeſunken iſt. Gewöhnlich erſtreckt ſich auch das Wachsthum der Pflanzen bis nahe an die Schneegränze, ſie werden aber immer unanſehnlicher und kleiner, je näher ſie der Gränze kommen; in gewiſſen Höhen wachſen nur noch Fichten, Tannen und andere harzige Holzarten, ſo wie Pflanzen, die man Alpengewächſe nennt. Durch die Cultur können jedoch auch ſehr hohe Berge von Zeit zu Zeit fruchtbarer gemacht werden.

§. 843.

Aus der äuſſern Geſtalt der Gebirge oder der Berge kann man noch nicht auf das Innere ſchlieſſen. So weit es aus den bergmänniſchen Erfahrungen bekannt iſt, ſo iſt die innere Beſchaffenheit der Berge gar ſehr verſchieden. In den neuern Zeiten iſt man auf die in ſelbigen gefundenen Produkte aufmerkſam geworden, indem ſie unläugbare Beweiſe ihres verſchiedenen Alters geben, und dadurch veranlaſſen, die Meynungen der Naturforſcher von der Entſtehung der Gebirge und von der Geſchichte der Erde zu unterſtützen. M. ſ. *Pallas* obſervations ſur la formation des montagnes. à St. Petersb. 1777. 4. de Lüc phyſikaliſche und moraliſche Briefe u. ſ. Briefe über die Gebirgslehre von J. C. W. Voigt. Weimar 1786. 8. Erfahrungen vom Innern der Gebirge, nach Beobachtungen geſammelt von Fried. Wilh. Heinr. von Trebra. Deſſau u. Leipz. 1785. Fol. Kurze Claſſification und Beſchreibung der verſchiedenen Gebirgsarten von A. G. Werner. Dresden 1787. 4.

§. 844.

Den neuern Beobachtungen gemäß laſſen ſich vorzüglich vier Hauptclaſſen der Gebirgsarten feſtſetzen, deren Entſtehung in verſchiedene Zeiten fallen.

Zu der erſten Hauptclaſſe rechnet man die uranfänglichen Gebirgsarten, welche ſo zu ſagen den Kern der Gebirgsketten auf der Erdfläche ausmachen, die größten zuſammenhängenden Berge bilden, ſich in das Innere der Erde erſtrecken, und gleichſam um die ganze Erde eine feſte Kruſte verurſachen, worauf das Waſſer und die aus ſelbigem hervorragenden Inſeln ſo wie die mit ſelbiger zuſammenhängenden Gebirge des feſten Landes ruhen. Mehrentheils beſtehen dieſe Gebirgsarten durch und durch aus einer gleichartigen Materie, nur ſelten wechſeln andere Gebirgsarten mit jenen ab. Die Materie läßt ſich größtentheils nach allen Richtungen ſpalten. Die vornehmſte und häufigſte Gebirgsart dieſer Claſſe iſt der Granit, eine harte Steinart, welche aus Feldſpath, Glimmer und Quarz zuſammengeſetzt iſt. Oft aber beſteht auch dieſe erſte Hauptart der Gebirge aus Serpentinſtein, Gneuß, Sienit, Mandelſtein, Trapp, Hornblendſchiefer, Porphyr, Porphyrſchiefer u. d. gl. Uebrigens finden ſich in dieſen uranfänglichen Gebirgsarten weder Seeprodukte noch Verſteinerungen. Ihre Entſtehung ſcheint alſo noch vor dem Daſeyn der Seethiere vorhergegangen zu ſeyn.

§. 845.

Alle dieſe Geſteinarten ſind mehrentheils in Lager abgetheilet, welche ſich zur Seite und in der Tiefe auf verſchiedene Entfernungen erſtrecken. Zwiſchen dieſen Lagern befinden ſich gewöhnliche Ritzen und Spalten, welche in der Lehre des Bergbaues Flötzklüfte heißen. Auſſerdem aber giebt es noch andere Spalten und Ritzen, welche die Flötzklüfte ſowohl als auch die Lager ſelbſt durchſchneiden, und welche Gangklüfte heißen. Sind dieſe Gangklüfte mit andern Foſſilien als die Lager ſind, angefüllet,

ſo

ſo werden ſie beſonders **Gänge**, und die Metalle, welche die Gänge ausfüllen, die **Gangarten** genennet. Die Gänge können ferner **fündige, erzführende**, oder auch **taube Gänge** ſeyn. Jene enthalten alle Arten von Metall, beſonders **Gold, Silber, Kupfer, Bley** und **Zink**; ſind aber auch angefüllt mit folgenden Steinarten; **Quarz, Jaspis, Glimmer, Hornblende, Flußſpath, Feldſpath, Schwerſpath** u. d. gl. Die tauben Gänge enthalten mehrentheils auch dieſe Steinarten theils einzeln, theils verſchiedentlich unter einander vermengt. Gewöhnlich hat der Gang, wo er an den Berg gränzt, kenntliche und von der Gang- und Bergart zu unterſcheidende Einfaſſungen, welche **Saalbänder** genennet werden. Den Abſtand beyder Saalbänder von einander oder die Dicke des Ganges heißt man auch die **Mächtigkeit**. Die Gänge ein und des nemlichen urſprünglichen Gebirges begränzen nicht allemal parallele Ebenen; oft ſind ihre Gränzen an einander gefügte Ebenen, oft gar krumme Flächen. Selbſt die Hauptgänge eines und eben deſſelben Gebirges haben gewöhnlich an allen Stellen nicht einerley **Streichen** und **Fallen**.

§. 846.

In den urſprünglichen Gebirgsarten findet man auſſer den Gängen auch noch erzführende Lagerſtätte, welche gewöhnlich mit den Lagern der urſprünglichen Gebirgsarten parallel laufen, und mit allerley Erzarten angefüllt ſind, und daher auch **Erzlager** genannt werden. Einige nennen ſie auch **Ganggebirge**, ſelbſt da, wo ſie mit den Gängen durchſchnitten ſind. Oftmals finden ſich auch in einer Gebirgsart zerſtreuet unregelmäßige Klumpen, welche entweder wenige oder gar keine edle Metalle enthalten,

ten, und welche Stockwerke heißen. Vorzüglich trifft man dieſe im Granit an.

§. 847.

Zur zweyten Hauptclaſſe der Berge gehören diejenigen, welche unläugbare Spuren einer ältern Entſtehung und vorzüglich einer unter dem Waſſer geſchehenen Bildung an ſich tragen. Die Naturforſcher nennen dieſe Berge **Berge von der zweyten Ordnung**, beym Bergbaue aber heißen ſie **Flötzgebirge**. Dieſe beſtehen auch aus verſchiedenen Schichten und Lägern, welche einzeln betrachtet meiſtentheils aus einer gleichartigen Materie beſtehen, untereinander aber aus Lägern von verſchiedener Materie zuſammengeſetzt ſind. Die Lager und Schichten, welche über einander liegen, laufen gewöhnlich mit einander parallel, und ſehr ſelten iſt ein Lager oder eine Schichte mit andern Foſſilien vermengt. Eine jede ſolche Schicht heißt bey dem Bergbaue ein Flötz. Wenn die Flötzgebirge mit dem uranfänglichen Gebirgsarten zuſammentreffen, ſo findet man allemal dieſe von jenen bedeckt, aber nie umgekehrt jene von dieſen bedeckt; dies iſt alſo ein unwiderſprechlicher Beweis, daß die Flötzgebirge ältern Urſprungs als die uranfänglichen Gebirge ſind. Die Flötze, welche in parallelen Lagen über einander liegen, ſind keinesweges nach ihren verſchiedenen ſpecifiſchen Gewichten geordnet, ſondern es liegt oftmals ein ſpecifiſch ſchwereres Flötz über ein ſpecifiſch leichteres u. ſ. f. Ueberhaupt beweiſet ihre ganze Bildung und die darin befindlichen verſteinerten Seeprodukte, daß ſie nichts weiter ſind als Bodenſätze des Waſſers, welche vermuthlich in verſchiedenen Perioden gebildet worden.

§. 848.

Zwiſchen dieſen beyden Hauptclaſſen von Gebirgsarten finden ſich auch einige Berge, von welchen es an ſich zweifelhaft iſt, ob ſie zu den uranfänglichen Gebirgen oder zu den Flötzgebirgen gehören. Dahin rechnet man die Schiefergebirge, welche oftmals ohne alle Seeprodukte in verſchiedenen Lagern bis zur höchſten Höhe ſich erheben, oftmals aber auch in horizontalen parallelen Schichten mit einer großen Menge Eindrücke von Muſcheln, Fiſchen und Kräutern gefunden werden. Die letztern Schiefergebirge ſind offenbar unterm Waſſer gebildet; von den erſtern aber läßt ſich nichts Entſcheidendes behaupten, ſind jedoch der Hauptſitz der edlen Metalle.

§. 849.

Am häufigſten beſtehen die einzelnen Flötze der Flötzgebirge aus dem Kalkſtein, Thonſchiefer, Steinkohlen, Kreide mit inliegendem Feuerſtein, Steinſalz, Gyps, Eiſenthon, bituminöſer Mergelſchiefer, Mergel, Sandſtein, Stinkſtein, Grauwacke u. d. g. In den erzführenden Flötzen finden ſich auch noch auſſerdem Bleyglanz, Erdkobalt, Uranium und beſonders Galmey. In Anſehung ihrer Mächtigkeit iſt ein großer und beträchtlicher Unterſchied anzutreffen, und gemeiniglich iſt eine Flötzart als Hauptflötz zu betrachten.

§. 850.

Die Menge der Verſteinerungen und der Abdrücke von Seeprodukten, welche ſich in und zwiſchen den Flötzen der Flötzgebirge vorfinden, iſt bis zum Erſtaunen groß und mannichfaltig; ſelten aber enthalten ſie, beſonders die flachliegenden Verſteinerungen und Abdrücke von Landthieren und Pflanzen. Es giebt ganze Flötze, welche als den Hauptbeſtandtheil die

die unzähligen verſteinerten Seemuſcheln ausmachen. Viele Verſteinerungen trifft man in ſelbigen an, deren Originale man bis jetzt noch nicht hat finden können, wie z. B. die Ammonshörner, welche verſteinert in einer ſehr großen Anzahl von der größten bis zur kleinſten Sorte gefunden werden, die Belemniten u. ſ. w. Manche Sorten, deren Originale ſehr ſelten ſind, trifft man als Verſteinerungen in einer auſſerordentlichen Anzahl an, wie z. B. die Terebratuliten. Man findet von den Seeprodukten oft Verſteinerungen in einer ſolchen bewundernswürdigen Größe, daß man Originale davon in der Größe noch nicht hat entdecken können; dahin gehören Nautiliten, Kammmuſcheln, Auſtern, Tuten, Schrauben, Fungiten u. d. g. Ueberhaupt machen den größten Theil der in den Flötzen der Flötzgebirge gefundenen Verſteinerungen die Schaalen der Schaalthiere aus. Sehr merkwürdig iſt es hierbey noch, daß in den Flötzgebirgen der nördlichen Länder Produkte der ſüdlichen Länder gefunden werden, da man im Gegentheil in den Flötzgebirgen der ſüdlichen Länder keine von ſolchen Produkten entdecket, welche allein den nördlichen Ländern eigen ſind. Uebrigens finden ſich die Conchilien ganz und zerbrochen, einzeln und beyſammen, groß und klein, oft in ſolchen Stellungen, welche ſie gern lebend annehmen, und in einer ſolchen Ordnung, wie ſie im Meere neben einander liegen; ſtatt ihrer weichen Theile aber befinden ſich entweder ganz leere Räume, oder es ſind dieſe mit Stein oder Cryſtalliſation angefüllet. Dies ſind aber doch gewiß unläugbare Beweiſe, daß die Flötze in den Flötzgebirgen ganz als Bodenſätze unter dem Waſſer zu betrachten ſind, und daß die Oberfläche unſerer Erde zu verſchiedenen Zeiten auch verſchiedene Veränderungen müſſe erlitten haben. Alle dieſe erwähnten Umſtände aber widerlegen ſchon

die

die Hypotheſen derjenigen, welche glauben, daß dieſe Conchilien durch Menſchen an ſolche Oerter gebracht, oder daß es bloße Naturſpiele, oder daß ſie die von der Erde mit dem Waſſer eingeſogenen und in ſelbiger entwickelten Keime der Seethiere wären u. d. g.

§. 351.

Zu der dritten Hauptclaſſe der Gebirgsarten gehören diejenigen, welche noch neuer, als die von dem Meere gebildeten Flötzgebirge ſind. Sie haben mit den Flötzgebirgen das gemein, daß ſie wie dieſe auf dem naſſen Wege entſtanden ſind, wie ihre Lage und Conſtruktion offenbar zeigen. Sie beſtehen ebenfalls wie die Flötzgebirge aus übereinander gelegten Schichten und Lagern, welche aus Theilen der uranfänglichen und der Flötzgebirge zuſammengeſetzt ſind, welche aber eine verſchiedene Dicke beſitzen. Man nennt dieſe Gebirge aufgeſchwemmte Gebirge. Sie beſtehen mehrentheils aus Sandſtein und Mergelſchichten, und enthalten wenige oder gar keine Seeprodukte, dagegen eine große Menge von verſteintem Holze, Abdrücke von Pflanzen und von den Knochen der Landthiere, ganze Baumſtämme, welche wie braune Kohlen ausſehen, und an welchen man oft noch die Rinde und Faſern bemerken kann. Merkwürdig iſt es aber, daß in dieſen aufgeſchwemmten Gebirgen thieriſche Produkte gefunden werden, in welchen Gegenden die Thiere ſelbſt vermöge ihrer bekannten Natur ſich gar nicht aufhalten können: ſo hat man in den nördlichen Gegenden Thierprodukte von ſüdlichen Landthieren angetroffen, wie die ſehr große Menge von Elephanten, Nashorn- und Büffelknochen an der Weſtſeite der uraliſchen Gebirgskette, und die Menge von ausgegrabenem Elfenbein beweiſet, welches in Sibirien und Nordamerika gefunden wird.

§. 852.

Von dieſen aufgeſchwemmten Gebirgen unterſcheidet man zwey Hauptgattungen, nemlich plattes Landgebirge und Seifengebirge. Die Oberfläche des erſtern iſt entweder völlig eben, oder es erhebet ſich ganz unmerklich, und iſt nur hie und da mit kleinen Hügeln beſetzt. Die oberſte Lage deſſelben beſteht gemeiniglich aus der ſogenannten Damm- oder Gartenerde oder vegetabiliſchen Erde. Dieſe Erde iſt es, worin die Pflanzen und Bäume wachſen, und in welcher die Thiere und Pflanzen durch allmählige Fäulniß aufgelöſet werden. Man findet aber auch dergleichen Dammerde in einer gewiſſen Tiefe der Erdoberfläche unter andern Schichten. Die Schichten ſelbſt, die über einander liegen, ſind ebenfalls nicht, wie bey den Flötzgebirgen, nach ihren ſpecifiſchen Schweren geordnet. Die Produkte, welche dergleichen Gebirge enthalten, ſind vorzüglich der Torf, und die einzige noch bekannte Metallart der Raſeneiſenſtein.

§. 853.

Was die Seifengebirge betrifft, ſo findet man dieſe vorzüglich in den Schluften und weiten Thälern der hohen uranfänglichen Gebirge, und enthalten mehrentheils Geſchiebe von Quarz, Granit, Glimmerſchiefer u. d. g. Steinarten, welche oft in abgeſonderten Lagen, oft aber auch mit Thon und Lehm verbunden angetroffen werden. In dieſen Gebirgen findet man oft Edelgeſteine, Granitgeſchiebe, Quarzgeſchiebe mit eingemiſchten Zinnſtein, Eiſenſteingeſchieben und Goldſand. M. ſ. P. S. *Pallas* a. a. O. und deutſch in den Leipziger Sammlungen zur Phyſik B. I. S. 131. Anmerk. darüb. ebendaſ. B. II. S. 175. C. Haidingers Entwurf einer ſyſtemat. Eintheilung der Gebirgsarten, ein Verſuch zur Beantwortung der

von

von Ruſſiſch-Kaiſerl. Akad. der Wiſſenſch. für das Jahr 1785. aufgegebenen Frage, welcher den Preis erhalten. Petersb. 1786. 4. ſieht auch in den phyſiſch. Arbeiten einträchtiger Freunde. 2r Jahrg. 2s Quart. Wien 1787. 4.

§. 854.

Zu der vierten Hauptclaſſe der Gebirge gehören die Vulkane oder feuerſpeyenden Gebirge (montes ignivomi ſ. vulcanii). Man trifft auf der Erdoberfläche hier und da Berge an, welche von Zeit zu Zeit als tiefe Schlünde ſich öffnen, aus welchen eine Menge glühender und gebrannter Steine mit einem fürchterlichen Rauche und Wirbel, Dampf und Flamme oftmals zu einer anſehnlichen Höhe geſchleudert wird, dabey ergießt ſich aber auch eine Menge von geſchmolzener Materie, welche Meilenweit ſich ergießet, und Lava genennet wird. Die Schlünde ſelbſt, aus welchen ſich dieſes ungeheure Phänomen entwickelt, nennt man Crater. Die Ströme der Lava, welche ſich aus ſelbigen ergießt, ſehen im Dunkeln glühend aus, am Tage aber bemerkt man nur einen weißen Rauch; ihre verheerenden Wirkungen ſind ſchreckhaft, durch hinlängliche Widerſtände können ſie aber abgelenkt werden, ſo daß ſie einen andern Weg zu nehmen genöthiget ſind. Die Oberfläche der Lava glühet mehrere Tage lang und das Innere Monathe lang, ſo daß ein Stock, welcher hineingeſtoßen, oft brennend noch herausgezogen wird.

§. 855.

Die vulkaniſchen Gebirge, welche ſeltener, wie die übrigen Gebirgsarten, in einer großen Reihe zuſammenhängender Berge anzutreffen ſind, ſondern vielmehr in freyſtehenden Bergen angetroffen werden, ſind gewöhnlich oben in den Gipfeln wie hohle einge-

fallene Kegel gebildet, die Spuren von ihren Schlünden zeigen. Indeſſen iſt nicht allemal mit Sicherheit zu ſchließen, daß diejenigen Berge, an welchen man die eben angegebene äuſſere Form wahrnimmt, wirklich Vulkane geweſen ſind. Durch dieſen Irthum verleitet hat man oft Berge als Vulkane betrachtet, welche bey genauerer Unterſuchung nichts weniger, als dergleichen geweſen ſind. Es iſt für ſich leicht zu begreifen, daß die vulkaniſchen Gebirge in ihrer innern Struktur nach geſchehenem Ausbruch eines tobenden vulkaniſchen Feuers eine große Veränderung erlitten haben müſſen. Denn offenbar müſſen nicht allein die aus den feurigen Schlünden geſchleuderten Steinarten, ſondern auch die nachher ausſtrömende und ſich aufthürmende Lava eine gewiſſe innere Zerrüttung und Zerſtörung hervorbringen, welche ſich nach der Größe und der Dauer des vulkaniſchen Feuers auf eine weite Strecke erſtrecken kann. Man hat auch wirklich dergleichen Vulkane in verſchiedenen Gegenden angetroffen, welche nach dem Ausbruch des Feuers eine ganz veränderte innere Geſtalt erhalten haben. So wurde durch den Ausbruch des Veſuvs im Jahre 1793. ein beträchtlicher Theil des Berges zerſtöret, und die vorige Geſtalt deſſelben gänzlich verändert.

M. ſ. hiſtoire du mont Veſuve du *Perron de Caſtera* trad. de l'Ital. à Paris 1741. 12. hiſtoire de phénomenes de Veſuve expoſées par le *P. de la Torre* à Naples 1776. 8. ins Deutſche überſetzt von Lentin. Altenb. 1783. 8. Geſchichte des Veſuvs in den vermiſchten Beyträgen zur phyſikaliſchen Erdbeſchreibung 1774. 8. B. I. St. 1. S. 92. u. f. Wunder der feuerſpeyenden Berge in Briefen von F. Knoll. Erfurt 1784. 8. J. J. Ferbers Briefe aus Welſchland an Herrn von Born. Prag 1773. 8. Sir Will. Hamilton's Beobachtungen über den Veſuv, Aetna, und über alle Vulkane über-

überhaupt, a. d. Engl. Berlin 1773. 8. Dolomieu Reiſe nach den lipariſchen Inſeln, a. d. Franzöſ. von Lichtenberg. Leipz. 1783. 8. Olaffens und Povelſens Reiſe durch Island. Kopenh. u. Leipz. 1774. 4. Spalanzani Reiſen in beyde Sicilien. Leipzig I. Th. 1795. 8. D. C. W. Noſe orographiſche Briefe über das Siebengebirge am Niederrhein, I. II. Theil. Frankf. 1789. 1790. 4. Deſſelb. Beyträge zu den Vorſtellungsarten über vulkaniſche Gegenſtände. Frankf. 1792. 8. Fortſetz. der Beyträge u. ſ. Frankf. 1793. von Beroldingen die Vulkane älterer und neuerer Zeit, phyſiſch und mineralogiſch betrachtet, 2 Theile. Mannheim 1791. 8.

§. 856.

In den vulkaniſchen Gebirgen findet man keine ſolche regelmäſige Ordnung in Lagern und Schichten wie bey den übrigen Gebirgsarten; jedoch iſt aber die Kenntniß der vulkaniſchen Produkte ſehr wichtig für die Geologie. Man findet in ihnen vorzüglich die Porzellanerde, den Craß, den Bimsſtein, die weiße Erde oder Solfatara und die Lave, welches Produkte ſind, die von den feurigen Ausbrüchen entſtehen. Die Porzellanerde und der Traß geben wie bekannt, mit Kalk und Waſſer vermiſcht einen vortrefflichen haltbaren Mörtel. Auſſer dieſen Produkten, die ausgemacht vulkaniſchen Urſprungs ſind, findet ſich auch noch in den vulkaniſchen Gebirgen ein Produkt, welches Baſalt genennet wird. Man findet ihn in ſeinen eigentlichen Lagerſtätten in einer Menge gegliederter Säulen getheilt, welche meiſtens aufrecht ſtehen, oft ſchräg liegen, an einigen Orten aber auch eine gebogene Geſtalt haben. Aus dergleichen Säulen beſteht z. B. der Rieſenweg oder Rieſendamm an der Nordküſte von Irrland. Ueber dieſes Produkt ſind die Meynungen noch getheilt, ob

es wirklich vulkaniſchen Urſprungs ſey, oder nicht. Es ſcheint die Meynung derer am richtigſten zu ſeyn, welche den Baſalt zu den ältern Flötzgebirgen rechnen, der ſeinen Urſprung dem naſſen Wege und nicht dem Feuer zu verdanken hat. M. ſ. *Bergmann* de productis vulcaniis in ſeinen opuſc. phyſ. chimi. Vol. III. p. 200 J. L. v. Lehmann der Baſalt chemiſch und phyſiſch beurtheilet. Frankf. 1789. 8. von Humboldt mineralogiſche Beobachtungen über einige Baſalte am Rhein, mit vorausgeſchickten zerſtreueten Bemerkungen älterer und neuerer Schriftſteller. Braunſchw. 1790. 8. D. Reuß Geographie des nordweſtlichen Mittelgebirges in Böhmen. Ein Beytrag zur Beantwortung der Frage, iſt der Baſalt vulkaniſch oder nicht? Dresden 1790. 8. von Racknitz Schreiben über den Baſalt. Dresden 1790. 8.

§. 857.

Die vulkaniſchen Gebirge haben kein genau beſtimmtes Alter. Die Entſtehung einiger fällt zwiſchen den Flötz- und den geſchwemmten Gebirgen, anderer aber mit dieſen leztern zuſammen. Man findet Vulkane, welche ſowohl beyde, als auch nur eine von dieſen beyden Hauptgebirgsarten durchbrochen und überſchüttet haben. Noch hat man aber keine zuverläſſige Beobachtungen davon, daß ſie innerhalb und unter den urſprünglichen Gebirgsarten vorkämen. Jedoch findet man vulkaniſche Materien mit Kalkflötzen und calcinirten Conchilien bedeckt. Dergleichen vulkaniſche Gebirge müſſen ohne Zweifel zu den älteſten gerechnet werden.

§. 858.

Die ältern Phyſiker nahmen ein mitten in der Erde befindliches Centralfeuer an, welches die ſo wichtige

tige als furchtbare Begebenheit verurſachen ſollte. Allein es läßt ſich dieſe Annahme durch keinen einzigen Grund erweiſen. Weit wahrſcheinlicher liegt die Urſache dieſer Erſcheinung nicht ſo tief in dem Innerſten der Erde. Es giebt in den Gebirgen eine überaus große Menge brennbare Mineralien, als Schwefelkies, Schwefel, Steinkohlen, Alaunſchiefer u. d. g. Dieſe ſind ſehr wahrſcheinlich die Brennmaterialien, welche dies ſchreckliche Bild verurſachen. Können nun hierbey Luft und Feuchtigkeit gemeinſchaftlich mitwirken, ſo entſteht dabey eine beträchtliche Hitze, und zuletzt eine wirkliche Entzündung. Die gemeinſchaftliche Mitwirkung der Luft und Waſſer bey den in den Gebirgen befindlichen brennbaren Mineralien geſchieht ohne Zweifel durch die unterirdiſchen Höhlen und Schlünde, welche mit der äuſſern Luft und ſelbſt mit der Meeresfläche in Verbindung ſind, wodurch alſo hinlängliche Feuchtigkeit und Luft eindringen kann. Dies ſind Urſachen genug, um vollkommen die Phänomene der Vulkane zu erklären nicht nur in Anſehung ihrer Ausbrüche, ſondern auch ihrer Dauer, Stärke und Größe. Merkwürdig iſt es noch, daß die Ausbrüche der Vulkane mit elektriſchen Erſcheinungen begleitet ſind. Daher haben auch wohl einige die Urſache der vulkaniſchen Begebenheiten ganz allein der Elektricität zugeſchrieben. Allein offenbar iſt ſie nur dabey Wirkung aber nicht die Urſache.

§. 859.

Eine ähnliche Erſcheinung der Vulkane iſt die der Erderſchütterungen oder der Erdbeben. Die Wirkung derſelben äuſſert ſich durch dreyerley Bewegungen. Die erſte beſteht in einer horizontalen wellenförmigen Bewegung, welche bey anhaltendem ſtarken Grade alles auf der Oberfläche der Erde zu Grunde richtet; die andere zeiget ſich durch Stöße,

wodurch die Erdrinde in die Höhe gehoben wird; dabey oft berſtet, oft aber auch ganz oder zum Theil wieder einſinket; die dritte zeiget ſich durch gewaltſame Stöße, dadurch die Erdrinde ſich öffnet, und wie bey den Vulkanen Flamme empor ſteiget, und Waſſer, Erde, Steine u. d. g. ausgeſchleudert werden. Die Erdbeben ereignen ſich am häufigſten in der Nachbarſchaft der Vulkane, und aller Wahrſcheinlichkeit nach haben ſie mit dieſen einerley Urſache. M. ſ. Torb. Bergmann phyſikaliſche Beſchreibung der Erdkugel, aus d. Schwed. überſ. von Röhl. Greifswalde B. II. §. 150. u. f. Sir Will. Hamilton Nachricht von dem letzten Erdbeben in Calabrien und Sicilien, a. d. Engl. von G. F. Wehrs. Hannover 1784. 4. J. E. B. Wiedeburg über die Erdbeben. Jena 1784. 8. Phyſikaliſche Gedanken vom Erdbeben und deren Fortpflanzung unter der Erde von D. Joh. Gottl. Lehmann. Berlin 1787. 8.

§. 860.

Noch giebt es hier und da beſonders in Kalkgebirgen, unterirdiſche Höhlen, welche oftmals wegen ihrer Bildung und Größe merkwürdig ſind. Dahin gehöret vorzüglich die Elfenhöhle in Derbyſhire, die Baumannshöhle auf dem Harz, die Scharzfelder Höhle, die Grotte de Notre Dame in Frankreich, der Monte Eolo in Italien, die Hundsgrotte in Neapel u. ſ. f. Ohne Zweifel rühren dieſe Höhlen theils von vulkaniſchen Erhebungen theils aber auch von gewaltſamen Spaltungen der Erdrinde her, indem aller Wahrſcheinlichkeit nach während des Einfallens und Senkens unterirdiſcher Schlünde dergleichen Höhlen ſich gebildet haben.

§. 861.

§. 861.

Was den innern Bau der Erde anbetrifft, ſo läßt ſich davon im Grunde gar nichts beſtimmen. So tief auch der Bergmann in die Erde eindringen kann, ſo beträgt doch dieſe Tiefe noch nicht einmal 0,0001 des Erdhalbmeſſers; und die innere Beſchaffenheit der Erde nach dieſen bergmänniſchen Beobachtungen, welche nur ſo zu ſagen in der Schaale der Erde gemacht ſind, zu beurtheilen, wäre eben ſo viel, als die innere Struktur eines Baumes mit ſeiner Rinde zu vergleichen. Dieſe bergmänniſchen Beobachtungen können alſo noch gar nicht auf die Folge leiten, daß die uranfänglichen Gebirge auch in das Innerſte der Erde ſich erſtreckten, und gleichſam den Kern derſelben ausmachten.

§. 862.

B. Von dem Meere.

Die tiefſten, größten und weit ausgebreiteſten Thäler auf der Erdoberfläche ſind mit Waſſer bedeckt, und bilden das ſo bekannte Meer (mare). Dieſes Meer nimmt über zwey Drittheil der ganzen Erdfläche ein, und eben, weil es am niedrigſten liegt, ergießen ſich alle auf dem feſten Lande befindlichen Flüſſe in ſelbiges. Der Boden des Meeres iſt mit dem Boden des feſten Landes darin ähnlich, daß er wie dieſer, aus Thälern, Schluften, Hügeln, Felſen und Bergen beſtehet. Die Tiefe des Meeres iſt ſehr verſchieden; gegen die Linie zu iſt ſie größer; die größte Tiefe iſt aber noch nicht bekannt. Die Oberfläche des Meeres iſt bey den Windſtillen wie ein Spiegel ſo glatt, nur bemerkt man eine gelinde wellenförmige Bewegung von Oſten gegen Weſten zu, welche von den Holländern Dienung genennet wird, und vermuthlich von der Umdrehung der Erde um

ihre Axe herrühret. Das Weltmeer oder den Ocean theilt man gemeiniglich in vier Abtheilungen ab; nemlich in das Eismeer, das atlantiſche Meer, das ſtille Meer und in das indiſche Meer. Das Eismeer umgiebt die Gegenden des Nordpols; das atlantiſche Meer befindet ſich zwiſchen den weſtlichen Küſten der alten und den öſtlichen der neuen Welt; das ſtille Meer oder die Südſee liegt zwiſchen den weſtlichen Küſten von Amerika und den öſtlichen von Aſien; das indiſche Meer erſtreckt ſich von den ſüdlichſten Küſten Aſiens gegen den Südpol.

§. 863.

Die Oberfläche der Meere iſt im gewöhnlichen Zuſtande horizontal, und es ſcheint daher, daß alle Meere, welche miteinander zuſammenhängen, gleich hoch ſtehen müßten. Die Erfahrung aber lehret hiervon das Gegentheil. Der ganze Ocean zwiſchen den Wendekreiſen iſt beſtändig etwas niedriger, als in den kältern Gegenden gegen die Pole zu; daher hat er auch auf ſeiner Oberfläche beſtändig eine Bewegung von den Polen gegen die Linie. Jedoch iſt dieſe Bewegung ſo ſchwach, daß ſie faſt nur an den bloßen Eismaſſen bemerket wird, welche beſtändig von den kältern Gegenden gegen die wärmere treiben, und daſelbſt zerſchmelzen. Ohne Zweifel liegt der Grund des niedrigern Standes des Weltmeeres zwiſchen den Wendekreiſen in der ſtärkern und ſchnellern Ausdünſtung wegen der daſelbſt befindlichen großen Hitze.

§. 864.

Die Theile von dem Weltmeere, welche ſich tief zwiſchen dem feſten Lande hinein erſtrecken, nennt man Meerbuſen, Golfen. Gemeiniglich ſind dieſe mit dem Ocean durch Meerengen, Straſſen ver-

verbunden. Es giebt auf der Erdoberfläche ſehr merkwürdige und große Meerbuſen, als das mittelländiſche Meer, welches ſich zwiſchen Europa, Afrika und Aſien über 50 Grad weit ins Land erſtrecket, das baltiſche Meer oder die Oſtſee zwiſchen den Küſten von Deutſchland, Preuſſen, Liefland und Schweden, der arabiſche Meerbuſen oder das rothe Meer zwiſchen Arabien und Afrika u. ſ. f. Vorzüglich merkwürdig iſt dies bey dem mittelländiſchen Meere, daß man an ſelbigem kein Anwachſen des Waſſers wahrnimmt, unerachtet ſich darin eine ſehr große Menge Waſſers ergießet ohne daß es irgend einen Abfluß ins Weltmeer hätte. Verſchiedene Naturforſcher glauben, daß durch die Ausdünſtung eben ſo viel Waſſer weggehe, als zufließe, und daß daher unmöglich das Waſſer höher anwachſen könne: allein neuere Beobachtungen haben erwieſen, daß die Ausdünſtung viel zu ſchwach iſt, um dieſe Erſcheinung zu erklären. Es iſt daher ſehr wahrſcheinlich, daß ſich in den Tiefen des Meeres ein ausführender Strom befindet. M. ſ. Torb. Bergmann phyſikal. Beſchreibung der Erdkugel, a. d. Schwed. von Röhl I. Theil 3. Abth. 5. Kapit. II. Th. 5. Abth. 3. Kapit.

§. 865.

Das Meerwaſſer iſt im Geſchmack nicht ſüß ſo wie das Flußwaſſer, ſondern ſalzig, bitter, eckelhaft, und zum Trinken ſo wie zum Löſchen des Feuers ganz untauglich. Es iſt daher auch ſpecifiſch ſchwerer als das Flußwaſſer. Jedoch iſt das Meerwaſſer nicht allenthalben gleich ſalzig. An den Mündungen groſſer einfallender Ströme iſt es oft ſo wenig geſalzen, daß es faſt ſüß und trinkbar iſt; im Gegentheil iſt es gegen die Linie zu viel ſalziger als nach den Polen hin; auch in der Tiefe pflegt es mehr Salz zu enthal-

ten als auf der Oberfläche. Ohne Zweifel liegt die Urſache, weshalb es in dem heiſſen Erdſtriche ſalziger als in den gemäßigten iſt, in der weit ſtärkern Ausdünſtung. Den Grund von der Bitterkeit des Meerwaſſers ſuchte man ſonſt in einem beygemiſchten Erdharz und Bergfett; allein chemiſche Zergliederungen deſſelben haben gezeigt, daß es auſſer einigen ſchleimichten und erdichten Theilen, Kochſalz, ſalzgeſäuerte Bitterſalzerde und Kalkerde oder Salzaſche enthalte, und eben dieſe iſt blos der Grund der Bitterkeit. Die Bewohner der wärmern Seeküſten verfertigen aus dem Meerwaſſer durch Kunſt Salz. Sie legen nemlich an den Ufern flache und große Behälter an, welche das Waſſer halten, füllen dieſe in den heißeſten Tagen einige Zolle hoch mit Meerwaſſer an, und laſſen es an der Sonne austrocknen. Dadurch erhalten ſie ein trocknes Salz auf den Boden, welches aber noch mit den übrigen fremdartigen Theilen des Meerwaſſers verunreiniget iſt. Um es alsdenn rein zu gewinnen, wird es in reinem Waſſer aufgelöſet, und dieſe Auflöſung gekocht, wodurch ein ganz reines weißes Salz erhalten wird, welches man das gereinigte Meer- oder Boyſalz nennt, und von jedem andern reinen Kochſalze ganz und gar nicht verſchieden iſt. Man hat ſonſt viel darüber geſtritten, wo das Meer ſein Salz herhabe? Dieſe Frage ſcheint aber von gar keiner Erheblichkeit zu ſeyn, und iſt völlig mit der einerley, woher die Salzquellen auf dem feſten Lande kommen? — Man iſt auch der Meynung geweſen, daß das Meerwaſſer deswegen geſalzen ſey, damit es ſo leicht nicht faule; ſorgfältig angeſtellte Verſuche aber haben gelehret, daß alle Körper im Meerwaſſer geſchwinder als im ſüßen Waſſer faulen, indem wenig Salz ein vorzüglich beförderndes Mittel zur Fäulniß iſt (§. 399. n. 4.).

§. 866.

§. 866.

Weil das Meerwaſſer keine ſolchen Theile beſitzet, welche bey dem zur Deſtillation des Waſſers nöthigen Feuergrade flüchtig werden, ſo läßt ſich ſelbiges mittelſt dieſer Operation trinkbar machen. Auch beym Gefrieren wird, wie bey allen Salzauflöſungen, das Waſſer vom Salze geſchieden; daher iſt das aufgethauete Eis des Meerwaſſers ebenfalls trinkbar. Dieſe Erfahrungen haben die Bewohner einiger kalten Küſten benutzet, aus dem Meerwaſſer mit Vortheil Salz zu kochen. Sie laſſen nemlich das Meerwaſſer in großen Behältniſſen frieren, und nehmen die unter der Eisrinde befindliche Sole, und verfertigen daraus das Salz.

§. 867.

Die gewöhnliche Farbe des Meerwaſſers iſt bläulichgrün, ob man gleich auch andere Farben gewahr wird, welche theils vom Boden, theils von den darin befindlichen Inſekten, theils aber auch von den darin wachſenden Seepflanzen herrührt. Selbſt ſcheint die Farbe des Meeres noch vom klaren und trüben oder bewölkten Himmel mit abzuhangen. Des Nachts leuchtet es oft mit einem weißlichen ausgebreiteten Lichte, von welchem man verſchiedene Arten unterſcheidet. Von einigen dieſer Arten iſt es aus der Erfahrung bekannt, daß ſie theils durch lebende Thiere, wovon einige kaum ſo groß als ein Nadelknopf ſind, theils aber auch von verfaulten thieriſchen Materien hervorgebracht werden. Eine andere Art von Leuchten, die ſich in der Nähe des Schiffs zeiget, erklärt man für ein elektriſches Phänomen, und noch eine andere Art für ein phosphoriſches.

§. 868.

Im Ganzen genommen, ſcheint das Meer weder zu wachſen noch abzunehmen. Ob zwar verſchiedene

Flüſſe

Flüſſe dem Meere eine Menge Erde zuführen, und daher oder auch vielleicht aus andern beſondern Urſachen einige Seeſtädte von den Küſten entfernt ſind, ſo haben dennoch die mehreſten noch eben die Lage, die ſie vormals hatten. Und hätte ja das Meer an einem Orte etwas verloren, ſo hat es gewiß an dem andern Orte eben ſo viel wieder gewonnen, ſo daß es weder merklich zugenommen noch auch abgenommen zu haben ſcheinet. Daß aber das Meerwaſſer ſich nach und nach in Erde verwandele, wie einige geglaubet haben, widerleget ſich aus oben angeführten Gründen von ſelbſt.

§. 869.

Unter allen Meeren, welche im feſten Lande eingeſchloſſen ſind, und mit dem Ocean nicht zuſammenhängen, iſt vorzüglich das todte Meer in Paläſtina merkwürdig. Es iſt das Waſſer dieſes Meeres auſſerordentlich ſalzig und bitter, jedoch vollkommen hell und durchſichtig. Es beſitzet eine ſolche ſpecifiſche Schwere, daß kein Thier zu Grunde gehen kann; ſelbſt Menſchen, welche darin ſich tauchen, ſinken nicht unter. Die Ueberſchwemmungen deſſelben an den Küſten, welche alle Jahre erfolgen, ſetzen eine ſehr große Menge Küchenſalz ab, auſſerdem ſchwimmt zu gewiſſen Zeiten auf der Oberfläche deſſelben eine pechartige, harte und glänzende Materie, welche Aſphalt oder Judenpech genennet wird (§. 337.). Dies Judenpech ſteigt aus dem Boden des Meeres in die Höhe, vorher zeigen ſich aber Rauchſäulen und ſchädliche Ausdünſtungen, ſo daß es wahrſcheinlich wird, daß dieſes todte Meer ein eingeſtürzter großer Vulkan ſey. M. ſ. Abriß einer Naturgeſchichte des Meeres, ein Beytrag zur phyſikaliſchen Erdbeſchreibung von J. W. Otto. Berlin 1792. I. B. 1794. II. B. 8.

§. 870.

Das groſze Weltmeer iſt einer merkwürdigen täglichen Bewegung unterworfen, die man Ebbe und Fluth nennt. Das Waſſer des Weltmeeres erhebt ſich nemlich einige Stunden lang immer mehr und mehr, ſo daß es ſeine Küſten oft auf eine ſehr beträchtliche Weite überſchwemmet, nachher ſteht es gleichſam wohl auf Eine Viertelſtunde lang ſtill; hierauf fällt es wieder einige Stunden immer mehr und mehr und zieht ſich von den Küſten zurück. Die Erhebung des Waſſers heißt Fluth, ſein Fallen Ebbe, und beyde wechſeln ohne Unterlaß beſtändig ab, ſo daß man an einem jeden Orte binnen einer Zeit von $24\frac{3}{4}$ Stunden zweymal Ebbe und Fluth hat. Der höchſte Stand, welchen das Waſſer bey der Fluth erreicht, nennt man die hohe Fluth, die hohe oder volle See, welche hiernächſt binnen 6 Stunden wieder abläuft und dadurch die Ebbe macht. Der niedrigſte Stand, welchen das Waſſer bey der Ebbe macht, heißt die tiefe See, auf welche ſodann die Fluth wieder erfolget. Die hohe Fluth, welche an ein und eben demſelben Orte an einem gewiſſen Tage zu einer gewiſſen Stunde ſtatt fand, kommt den folgenden Tag etwa um $\frac{3}{4}$ Stunden ſpäter, und ſo fällt hohe Fluth und tiefe See nach und nach immer auf andere Stunden, bis etwa nach 30 Tagen dieſelbe wieder um eben dieſe Zeit eintritt.

§. 871.

Die Erfahrung lehret überhaupt, daß bey der Ebbe und Fluth drey ſehr merkwürdige und regelmäßige Perioden eintreten, nemlich eine tägliche, eine monatliche und eine jährliche. Die tägliche iſt die im vorigen §. angegebene zweymalige Abwechſelungen der Ebbe und Fluth. Die Dauer derſelben ſtimmt vollkommen mit dem Zeitraume zwiſchen

zweyen auf einander folgenden Durchgängen des Mondes durch den Mittagskreis überein. Nach dem Durchgange des Mondes durch den Mittagskreis eines Ortes erfolget nemlich allemal Fluth, und wegen der täglichen Fortrückung des Mondes von Weſten nach Oſten kommt es eben, daß an ein und eben demſelben Orte die höchſte Fluth etwa $\frac{3}{4}$ Stunden ſpäter eintritt. Bey der monatlichen Periode iſt die Bewegung des Waſſers des Oceans in jedem Monat zweymal am ſtärkſten und zweymal am ſchwächſten. Die ſtärkſten Fluthen erfolgen etwa um den Neumond oder Vollmond, richtiger nach $1\frac{1}{2}$ Tagen des Neu- und Vollmonds; die ſchwächſten aber zur Zeit des erſten und letzten Viertels oder richtiger $1\frac{1}{2}$ Tag nach dem erſten und letzten Viertel. Befindet ſich zur Zeit des Neu- oder Vollmonds der Mond in der Erdnähe, ſo wird die Verſtärkung der Fluth ſehr beträchtlich. Was die jährliche Periode betrifft, ſo lehret die Erfahrung, daß die Fluthen um die Zeit der Nachtgleichen in dem Neu- und Vollmonde viel ſtärker, in den Quadratſcheinen aber viel ſchwächer als ſonſt werden; im Gegentheil ſind ſie um die Zeit der Sonnenwenden im Neu- und Vollmonde ſchwächer und in den Quadratſcheinen ſtärker als ſonſt.

§. 872.

Ferner lehrt noch die Erfahrung, daß in Rückſicht der täglichen Periode die hohe Fluth an den öſtlichen Küſten ſich eher ereignet, als an den weſtlichen; daß ſie zwiſchen den Wendekreiſen für Oerter, welche in einerley Mittagskreiſe liegen, zu gleicher Zeit, in den gemäßigten Zonen in größerer Breite ſpäter eintrifft als in geringerer Breite, und über 65 Grad Breite hinaus beynahe gar nicht mehr merklich iſt. In Anſehung der monatlichen Periode bemerkt

merkt man, daß die Fluthen von den Quadratſcheinen an bis zu den Neu- und Vollmonden wachſen, alsdenn aber bis zu den Quadratſcheinen wieder abnehmen; daß die hohe Fluth in den Neu- und Vollmonden ſo wie in den Quadratſcheinen ſelbſt drey Stunden nach der Culmination des Mondes, zwiſchen den Vollmond und Neumond und den Quadratſcheinen aber früher, und zwiſchen den Quadratſcheinen und Neu- und Vollmond ſpäter als drey Stunden nach der Culmination des Mondes eintritt. Was endlich die jährliche Periode betrifft, ſo lehrt die Erfahrung, daß die Fluthen bey der Winterſonnenwende ſtärker als bey der im Sommer ſind; daß ſie deſto ſtärker werden, je näher der Mond der Erde und je geringer die Breite des Mondes iſt; daß ſie am ſtärkſten ſind, wenn die Nachtgleiche mit dem Neu- und Vollmonde und mit der Erdnähe des Mondes zuſammenfällt; und daß ſie in den Ländern gegen Norden, wenn der Neu- und Vollmond eingetreten iſt, im Sommer des Abends ſtärker als des Morgens, im Winter aber des Morgens ſtärker als des Abends ſind.

§. 873.

Alle dieſe erwähnten Umſtände der Ebbe und Fluth, welche zu verſchiedenen Zeiten bald ſtärker bald ſchwächer iſt, beweiſen offenbar, daß vorzüglich die anziehende Kraſt des Mondes gegen die Erde dieſe ſo bemerkenswürdige Wirkung verurſache. Vor Newton hat man geſucht, dieſes Phänomen auf verſchiedentliche Art zu erklären; aber alle dieſe Erklärungen waren unbefriedigend, bis endlich Newton die allgemeinen Sätze der anziehenden Kräfte der Weltkörper gegen einander erfand, durch Hülfe derer auch dieſe Erſcheinung vollkommen erkläret werden kann. Vermöge der anziehenden Kräfte des Mon-

Mondes und der Erde gegen einander haben ſie ein Beſtreben, ſich wechſelſeitig zu nähern, und dieſes Beſtreben muß ſich nicht allein gegen das feſte Land, ſondern auch gegen das Waſſer äuſſern; je ſchiefer aber die Richtung der anziehenden Kraft iſt, deſto weniger wird ſie bewirken können, und umgekehrt, je weniger ſchief die Richtung derſelben iſt, deſto ſtärker wird ihre Wirkung ſeyn müſſen. In dieſem letztern Falle wird offenbar die Wirkung noch größer ſeyn, wenn die Oerter auf der Erdoberfläche dem Monde näher als ſonſt liegen, welches bey der Erdnähe ſtatt findet. Es ſey S (Fig. 74.) die Erde ganz mit Waſſer umgeben, ſo müßte ſelbiges ohne den Mond und ohne Umdrehung der Erde um ihre Axe vermöge der Schwere des Waſſers gegen den Mittelpunkt eine vollkommene Kugelfläche auf der Erde bilden. Läuft aber der Mond T in ſeiner Bahn um die Erde, ſo wird ſelbigem allemal die eine Halbkugel der Erde zugekehrt. Beyde haben nun gegen einander anziehende Kraft, und daher kann die Oberfläche der Erde, welche mit Waſſer bedeckt iſt, keine vollkommene Kugelfläche mehr behalten. Iſt nemlich die Waſſerſtelle der Erdfläche dem Monde T am nächſten, ſo daß alſo dieſe Stelle in der geraden Linie ec auf der Erdoberfläche, und der Mond im Zenith derſelben ſich befindet, ſo wird auch die Anziehung des Mondes auf dieſe Stelle wirken, und die Schwere derſelben gegen den Mittelpunkt der Erde vermindern. Weil aber das Waſſer gegen den Mittelpunkt der Erde eine ungleich größere Anziehung hat als der Mond gegen das Waſſer, ſo kann das Waſſer von der Erde nicht entfliehen; allein ſein Druck nach dem Mittelpunkte der Erde wird doch dadurch vermindert. Was nun die andere Halbkugel der Erde betrifft, ſo iſt dieſe von dem Monde weiter entfernet, und derjenige Punkt am weite-

weiteſten, welcher in der verlängerten geraden Linie ce zwiſchen dem Mittelpunkt der Erde und des Mondes auf der Oberfläche der vom Monde abwärts gewendeten Halbkugel liegt. Das Waſſer an dieſer Stelle wird wegen ſeiner größern Entfernung vom Monde nicht ſo ſtark angezogen, als der Mittelpunkt der Erde; dadurch wird aber auch offenbar der Druck des Waſſers an dieſer Stelle gegen den Mittelpunkt der Erde ebenfalls vermindert. Wenn demnach das Waſſer an beyden entgegengeſetzten Stellen auf der Erdoberfläche keine ſo große Schwere gegen den Mittelpunkt der Erde hat, als das davon um 90 Grad entfernte in a und b, ſo kann auch das Gleichgewicht des Waſſers unter ſich nicht bleiben, ſondern es muß an jenen beyden Stellen ſich erheben, und an dieſen beyden Stellen in a und b ſinken, und zwar ſo lange, bis ein vollkommnes Gleichgewicht unter ſich hergeſtellet iſt. Geſchieht nun das Erheben des Waſſers mitten auf dem Weltmeere, ſo muß nothwendig das Waſſer an den Ufern abfließen und es entſteht daſelbſt Ebbe. Sobald aber der Mond in ſeiner Bahn weiter fortgerückt iſt, und die Stelle des Meeres ihn nicht mehr über ſich hat, ſo muß auch das aufgeſchwollene Waſſer mitten im Weltmeere ſich wieder ſenken, und folglich nach ſechs Stunden an den Ufern wieder in die Höhe ſteigen, und Fluth verurſachen.

§. 874.

Hieraus erklärt es ſich nun, daß das Waſſer ſich nicht allein an der Seite, wo der Mond ſtehet, erhebet, ſondern auch an der gerade entgegengeſetzten Seite. Die Erfahrung lehret aber auch, daß die Fluth an einem Orte eintritt nicht nur nach der Culmination des Mondes, ſondern auch 12 Stunden darnach nach dem Durchgange des Mondes durch die untere Hälfte des Mittagskreiſes. Wenn der Mond in ſeiner

ſcheinbaren Bewegung über die Stelle a kommt, ſo muß aus den angegebenen Gründen in a und b Fluth, und an den vorigen Stellen Ebbe erfolgen.

§. 875.

So wie die anziehende Kraft des Mondes die Ebbe und Fluth auf der Erdoberfläche bewirket, ſo muß dies auch die der Sonne unter ähnlichen Umſtänden bewirken; aber wegen der ungleich größern Entfernung der Sonne von der Erde wird dies Phänomen in einem ſchwächern Grade erfolgen. Gerade in den Neu- und Vollmonden verbinden ſich die Wirkungen des Mondes und der Sonne zu gleicher Zeit, und müſſen daher ſtärkere Fluthen als ſonſt zuwege bringen. In den Quadratſcheinen hingegen wirken die anziehenden Kräfte beyder Körper einander entgegen, und es müſſen zu dieſer Zeit die Fluthen ſchwächer ſeyn. Je näher nun der Mond der Erde kommt, deſto größer muß auch die anziehende Kraft deſſelben gegen die Erde ſeyn, deſto ſtärker müſſen ſich alſo auch die Fluthen ereignen. Befindet ſich alſo der Mond in der Erdnähe, ſo müſſen nothwendig zur Zeit des Neu- oder Vollmondes die ſtärkſten Fluthen ſich ereignen. Alles dies ſtimmt auch vollkommen mit der Erfahrung überein.

§. 876.

Wenn unſere Erde ſich nicht um die Axe drehete, ſo müßte auch das Waſſer mit dem Augenblicke der Culmination des Mondes ſeinen höchſten Stand erreichen. Da ſich aber die Erde wirklich um ihre Axe drehet, ſo wird auch das gegen den Mond ſich aufgethürmte Waſſer wegen der Geſchwindigkeit der Umdrehung nicht ſo ſchnell wieder ſinken können, als es durch den Umſchwung gegen Morgen zu fortgeführet wird. Hieraus folgt alſo, daß das durch die Umdre-

hung

hung der Erde fortgeſchleuderte Waſſer gegen die Oſtſeite des Mondes höher ſtehen müſſe, als es ohne dieſer Umdrehung ſtehen würde; folglich kann auch die hohe Fluth nicht gleich unmittelbar mit der Culmination des Mondes erfolgen, ſondern ſie wird erſt einige Zeit darnach eintreten können. Dieſe Zeit, in welcher die hohe Fluth ſpäter erfolget, als der Durchgang des Mondes durch den Meridian, hängt von der Lage der Küſten und der Geſtalt der Meerbuſen ab.

§. 877.

Wenn der Mond beſtändig im Aequator wäre, ſo würden die täglichen Fluthen gleich groß ſeyn, und gegen die Pole hin könnte gar keine Ebbe und Fluth ſtatt finden. Da ſich aber der Mond doch nie vom Aequator über 28 Grade entfernet, ſo ſieht man hieraus ein, warum in der Nähe der Pole und 65 Grade nördlicher und ſüdlicher Breite hinaus die Ebbe und Fluth nicht mehr merklich iſt.

§. 878.

Im Sommer geſchieht der obere Durchgang des Mondes durch den Mittagskreis in den Neu- und Vollmonden, wenn er nördliche Breite hat, ſonſt aber der untere, wenn er ſüdliche Breite hat. In beyden Fällen muß alſo die Fluth zu Mittage ſtärker als die des Morgens ſeyn. Daraus wird es begreiflich, daß die im §. 872. angeführten Erſcheinungen ſo erfolgen müſſen, daß nemlich die Abendfluthen im Sommer beym Neu- und Vollmond ſtärker als die Morgenfluthen ſind. Das Gegentheil ereignet ſich im Winter.

§. 879.

Bey alle dem machen aber doch die verſchiedenen Lagen der Oerter, die Richtungen der Meerengen und die Geſtalt der Küſten verſchiedene Aenderungen in

Anſehung der Zeit des Erfolgs, der Dauer und der Stärke der Fluth. Selbſt die Winde und Meeresſtröme können in der Stärke der Fluth eine große Aenderung zuwege bringen. Uebrigens iſt in kleinern Meeren, wie z. B. im mittelländiſchen, kaſpiſchen Meere, in der Oſtſee u. ſ. f. kaum eine Wirkung der Ebbe und Fluth zu verſpüren; weil alle Stellen ſolcher Meere beynahe gleich ſtark vom Monde angezogen werden. M. ſ. de la Lande aſtronomiſches Handbuch. Leipzig 1775. gr. 8. §. 1074. u. ſ.

§. 880.

C. Von den Gewäſſern des feſten Landes.

Es giebt auf dem feſten Lande nicht allein eine Menge ſtehender Gewäſſer, welche in keiner ſichtbaren wenigſtens in keiner unmittelbaren Verbindung mit dem Weltmeer ſtehen, ſondern auch eine Menge fließender Gewäſſer. Die erſtern nennt man Seen, und zu den andern gehören Quellen, Bäche, Flüſſe und Ströme. Die Seen theilt man gewöhnlich in eigentliche Seen und in Sümpfe ein, von welchen letztern die Moräſte zu unterſcheiden ſind, ob es gleich oft gewöhnlich iſt, unter beyden einerley zu verſtehen. Sümpfe ſind eigentlich ſtehende Gewäſſer, welche gar keinen ſichtbaren Abfluß haben, dergleichen das Caſpiſche Meer iſt; unter Moräſten oder Mooren, Brüchen verſteht man aber Sammlungen vom Waſſer, welche ihre Flüſſigkeit zum Theil wegen Vermiſchungen mit erdichten Materien verloren haben, ſo daß ſie weder mit Kähnen noch Schiffen befahren werden können. Die eigentlichen Seen, welche einen ſichtbaren Waſſerabfluß haben, erleiden in Anſehung ihrer Höhe verſchiedene jährliche Veränderungen, welche theils von ſehr ſtarken Regengüſſen, theils vom geſchmolzenen Schneewaſſer in

Gebirgen, wenn dieſe den Seen zufließen, theils aber auch von der zu verſchiedenen Zeiten ungleichen Menge Waſſers, welches ſich aus Bächen, Quellen und Flüſſen in die Seen ergießet, entſtehen.

§. 881.

Es giebt Seen, wie z. B. der Czirknitzer See in Crain, welche zu gewiſſen Jahreszeiten ihr Waſſer ganz verlieren, ſo daß der Boden trocken wird. Bey dieſem genannten See findet man noch dies Merkwürdige, daß der Abfluß des Waſſers, welcher ohngefähr gegen den Auguſt erfolget, und der nachherige Zufluß deſſelben durch Löcher und ſteinigte Gänge im Boden geſchieht. Einige Oeffnungen bringen klares Waſſer empor, andere bringen eine Menge Fiſche, und noch andere ſchwarze nicht längſt ausgebrütete Waſſervögel mit ſich; auf dieſe Weiſe wird er mehrentheils in 18 Stunden völlig wieder angefüllt. Dieſe Erſcheinungen erkläret man aus einer Menge von unterirdiſchen Hebern.

§. 882.

In Anſehung der Beſchaffenheit des Waſſers, welches in den Landſeen enthalten iſt, wird ein ſehr großer Unterſchied wahrgenommen. In einigen iſt das Waſſer rein hell und klar und ſüß, in andern hat es die Eigenſchaft, dem hineingebrachten Holze eine verſteinernde Gruſte zu geben, in noch andern iſt das Waſſer beſtändig trübe und unſchmackhaft, in noch andern iſt es ſalzig und bitter, obgleich die zufließenden Gewäſſer ſüß ſind, in verſchiedenen andern gefrieret das Waſſer auch bey der größten Kälte nicht und was dergleichen Eigenſchaften mehr ſind. So iſt z. B. der Genferſee ſehr rein; der Lough-Neagh in Irland hat die Eigenſchaft Holz zu verſteinern; in Sibirien giebt es eine Menge von ſalzigen

zigen Seen u. ſ. f. Was endlich die Tiefe der Landſeen anbetrifft, ſo iſt auch dieſe ſehr verſchieden. Man trifft Seen, welche an einigen Stellen 300 Klaftern, wie z. B. im Wetterſee in Schweden, tief, und andere, welche in einigen Stellen noch tiefer ſind.

§. 883.

Die eigentlichen Sümpfe erleiden in Anſehung der Höhe keine ſo merkliche Veränderung als die Seen; das Waſſer in ſelbigen ſteht beynahe zu allen Zeiten gleich hoch, obſchon öfters große Flüſſe und Ströme in ſelbige ſich ergießen. Die meiſten und größten Sümpfe findet man in Aſien. Der vorzüglichſte iſt der caſpiſche Sumpf, welcher anſehnliche Flüſſe aufnimmt, und doch keinen ſichtbaren Abfluß hat. Es iſt aber wohl nicht glaublich, daß die ſehr große Menge zufließenden Waſſers durch die Ausdünſtung wieder verloren gehe: vielmehr kann man mit einigen ſchließen, daß es mit dem ſchwarzen Meere oder, wie andere glauben, mit dem perſiſchen Meerbuſen in einer unterirdiſchen Gemeinſchaft ſtehe.

§. 884.

Was die Moräſte betrifft, ſo ſind die feſten Subſtanzen, welche mit dem Waſſer verbunden ſind, unverbrennlich wie z. B. Lehm, Sand, Thon u. d. g. oder ſie ſind verbrennlich, in welchem letztern Falle ſie auch Torfmoore genennet werden. Die erſtern finden ſich auf dem trockenen Lande überall, wo Quellen im Grunde entſpringen, und das überflüſſige Waſſer nicht genug ablaufen kann. M. ſ. Lulofs Einleitung zur Kenntniß der Erdkugel durch A. G. Käſtner. Altenb. 1755. gr. 4. S. 292. u. f.

§. 885.

Unter Flüſſen verſteht man größere in Vertieffungen der Erde fließende Gewäſſer, welche aus

dem Zuſammenfluß von Quell- und Bachwaſſer entſtanden ſind, und zuletzt ins Meer ſich ergießen. Diejenigen Flüſſe, deren Waſſer reiſſend iſt oder ſchnell fließt, nennt man insbeſondere Ströme, ob man gleich auch unter Strömen oft die größern ſchiffbaren Flüſſe verſtehet ohne auf die Schnelligkeit und Geſchwindigkeit des fließenden Waſſers Rückſicht zu nehmen. Die Flüſſe haben jederzeit einen Abhang nach derjenigen Gegend hin, nach welcher ſie fließen. Wenn man beſtimmen will, wie hoch der Abhang des Fluſſes von einer Stelle zur andern davon entferntern iſt, ſo geſchiehet dies durch das Waſſerwägen, und man nennt die Höhe, auf welche das fließende Waſſer von der einen Stelle bis zur andern herabgeſunken iſt, das Gefälle. Die Erfahrung hat gelehret, daß die Neigung der Oberfläche der Flüſſe ungemein gering iſt, ſo daß ihr Gefälle gewöhnlich auf 1000 Fuß nur einen einzigen Zoll oft noch weniger beträgt. Nahe am Urſprunge der Flüſſe ſcheint das Gefälle am größten zu ſeyn, und gegen das Meer hin immer mehr abzunehmen.

§. 886.

Die Flüſſe, welche durch ihren Lauf die Lagen der Oerter anzeigen, haben ohne Zweifel ihre Betten ſelbſt ausgehöhlt. Dies ſiehet man ſchon aus ihrem Laufe, welcher bald mehr bald weniger gekrümmt und unregelmäßig iſt. Denn wenn das Waſſer ſich ganz frey überlaſſen wird, ſo ſucht es auf der Erdoberfläche allemal die niedrigſten Stellen, dieſe mögen nun in einer geraden oder in einer krummen Linie liegen. Je größer aber das Gefälle iſt, deſto mehr Geſchwindigkeit werden die fließenden Gewäſſer erhalten. Jedoch beruhet die Geſchwindigkeit der Flüſſe nicht allein auf ihre Gefälle, ſondern die Höhe des Waſſers hat darauf auch einen

beträchtlichen Einfluß. So können zwey Flüße einerley Gefälle, aber ungleiche Waſſerhöhe haben, und es wird ihre Geſchwindigkeit ungleich groß ſeyn; dies beſtätiget auch die Erfahrung. Es giebt aber doch manche Umſtände, welche die Flüße in ihrer Geſchwindigkeit verzögern; dahin gehören die Ungleichheiten auf dem Grunde und an den Seiten des Bettes, die Widerſtände bey großen Krümmungen, Erweiterungen des Bettes, Inſeln u. d. g. daher wird auch gemeiniglich das Waſſer in Flüßen auf der Oberfläche geſchwinder als am Grunde fortfließen, und bey Verengerungen der Flüße eine größere Geſchwindigkeit, bey Erweiterungen derſelben aber eine geringere Geſchwindigkeit erlangen.

§. 887.

Die Oberfläche der Flüße ſteigt und fällt, und es iſt das Waſſer in ſelbigen nie unreiner, als zu der Zeit, da ſie am höchſten ſind. Aber eben zu dieſer Zeit fließen ſie gerade am ſchnellſten, wenn ſie nicht etwa über die Ufer treten, und Ueberſchwemmungen verurſachen, wodurch ſie in ihrer Geſchwindigkeit beträchtlich vermindert werden. So bald aber die Flüße ihre Geſchwindigkeit entweder ganz oder zum Theil verliehren, ſo fallen die irdiſchen Theile, welche mit dem angeſchwollenen Waſſer verbunden waren, nieder, und ſondern ſich von ihm ab. Dieſes geſchiehet vorzüglich an der Mündung der Flüße, indem ſie hier ihre Bewegung beynahe gänzlich verliehren und ſich mit dem Meere vermiſchen. Daher kommt es, daß ſich Erde und Schlamm hier ſo ſtark anhäuffen, daß es der Schiffarth ſehr nachtheilig iſt. Ja die Ufer dehnen ſich daſelbſt wohl gar noch weiter aus, und verurſachen daß der Fluß nach und nach eine beträchtliche Breite erhält. Eben daher kommt es auch, daß bey Ueberſchwemmungen auf dem feſten Lande irdiſche Theile aus

dem

dem Waſſer niedergeſchlagen werden, welche ſo viel zur Nahrung der Pflanzen beytragen, und an den mehreſten Orten, wo ſtarke Flüße vorbey fließen, wenigſtens jährlich einmal dergleichen fruchtbare Erde abſetzen, wie dies beſonders bey dem Nil ſtatt findet. Durch dergleichen Bodenſätze werden aber auch natürlich die Länder erhöhet, indem ſich auf ihnen nach jeder Ueberſchwemmung eine neue Erdſchicht ſetzet.

§. 888.

Die beträchtlichſten Veränderungen erleiden die Betten der Flüße kalter Länder vorzüglich im Frühjahre, wenn das Eis ſich hebt. Denn gemeiniglich thauet das Eis in ſtark gefrornen Flüßen zuerſt an der einen Seite auf, und das angeſchwollene Waſſer drängt ſich, auch wenn es ſchon einiges Eis gehoben, und mit ſich fortgenommen hat, in einen engen Raum zuſammen, nimmt daher in der Geſchwindigkeit beträchtlich zu, und reißt alles mit fort, was ſelbigem im Wege ſtehet, Sandbänke, Inſeln, und wühlt den Grund im Boden auf, ſetzt die aufgeriſſene Erde an derjenigen Seite ab, wo das Waſſer langſamer fließt. Auf dieſe Weiſe entſtehen neue Inſeln, Sandbänke, und der Strohm macht ſich einen neuen Weg. Auf eine ähnliche Art machen ſich die Flüße auf dem Boden ein ebenes Bette, wenn das Waſſer auf ſelbigem Ungleichheiten antrift. Denn hat der Boden eines Flußes an irgend einer Stelle einen ſtarken, und kurz darauf einen geringen Fall, ſo muß der Fluß an jener Stelle ſchnell und an dieſer langſam fortgehen; folglich reißet er an jener Stelle Erde mit ſich fort, und ſetzt ſie an dieſer nieder. Auf dieſe Weiſe wird der erhabene Theil immer niedriger, und der Boden ebnet ſich nach und nach von ſelbſt. Auf dieſe Art haben ſehr wahrſcheinlich die Flüße allenthalben, wo ſie in ihrem Laufe Unebenheiten angetroffen haben, dieſe von ſelbſt

weggeſchaft. Allein in felſigten Boden hatte das Waſſer nicht Kraft genug, dergleichen Unebenheiten wegzubringen. Erniedriget ſich nun der felſigte Grund in ſolchen Flüßen ſehr ſchnell, ſo findet man am ſolchen Stellen Waſſerfälle. Oft ſind dieſe Waſſerfälle nicht hoch, aber oft ſtrömt auch ein ganzer Bach oder Fluß auf einmal aus einer beträchtlichen Höhe vom Felſen herab. Vorzüglich trift man dergleichen Fälle in gebirgigten Gegenden bey Waſſerbächen häufig an, welche oftmals von einer ſehr beträchtlichen Höhe herabſtürzen, und das Waſſer durch den Fall in einen feinen Staub verwandeln.

§. 889.

Im Ganzen hat die Oberfläche des feſten Landes eine beſtändige Neigung gegen das Meer hin, welche anfänglich von der höchſten Gegend an am ſtärkſten, nahe am Meere aber faſt unbemerklich iſt. Die Flüße alſo, welche von den höchſten Gegenden des feſten Landes kommen, finden allemal eine ſtarke Neigung vor ſich, nahe am Meere aber bewegen ſie ſich faſt in horizontalen Boden. Daraus läßt es ſich nun begreifen, daß die Flüſſe mehrentheils auf den höchſten Gegenden oft auf weite Strecken ein geradlinichtes Bette ſich ſelbſt gemacht haben, da im Gegentheil ſelbiges deſto unregelmäßiger und krummlinigter wird, je näher die Flüße dem Meere zukommen. Denn ohne Zweifel haben ſich die Flüße in dem letzten Falle nach dem wenigſten Widerſtande hingelenket, weil der Boden beynahe waagerecht iſt. Vermuthlich iſt dies auch die Urſache, weshalb die Flüße ſich in verſchiedene Arme theilen, ehe ſie ſich ins Meer ergießen. Die großen Flüße, welche zur Seite andere kleinere aufnehmen, werden der Erfahrung gemäß daſelbſt allemal breiter; jedoch iſt die Breite des vereinigten Stroms allezeit

klei=

kleiner, als die Summe der Breiten der einfachen Flüße.

§. 890.

Alles Waſſer, welches aus der Luft entweder durch Regen, oder durch Schnee oder durch Hagel niedergeſchlagen wird, verliehrt ſich auf der Erde auf verſchiedentliche Art. Einiges fließt nach tiefern Gegenden ab, anderes verdunſtet wieder, und noch anderes dringt in die Erde ein. Das Einſaugen des Waſſers in die Erde geſchiehet um deſto ſchneller und ſtärker, je lockerer der Boden iſt. Vermöge des Gewichtes dringt aber das Waſſer ſo tief ein als es nur kann, bis es auf eine feſte thonichte oder ſteinichte Erdſchicht kommt, welche es nicht weiter durchläßt. Daher rühren oft die Gewäſſer in unterirdiſchen Höhlen, wie auch in Erzgruben, welche ſo ſehr den Bergbau erſchweren. Sobald aber das Waſſer auf gewiſſe Schichte gekommen iſt, welche es weiter einzudringen verbietet, ſo ſammlet es ſich daſelbſt ſo ſtark an, daß es nach allen Seiten ſich einen Ausweg zu verſchaffen ſuchet, beſonders wenn die Erde daſelbſt locker und ſandigt iſt. Man findet daher faſt allenthalben ſolche naſſe Sandſchichten, welche die Teichgräber Seegrund nennen. Dieſe liegen meiſtens höher als die von ihnen nicht weit entfernten Bäche oder Flüſſe, welches ein offenbarer Beweis iſt, daß ſie ihr Waſſer nicht von dieſen erhalten. Wird in den Seegrund ein Loch gegraben, ſo füllt ſich dieſes gar bald mit Waſſer an, und die meiſten Brunnen erhalten ihr Waſſer aus dem Seegrunde. Vorzüglich beſtätiget dies die Erfahrung an denen Orten, wo in einer gewiſſen Tiefe viel Sandſchichten angetroffen werden, und die obern Schichten locker genug ſind, daß das Waſſer ſo tief in die Erde eindringen kann.

§. 891.

§. 891.

Das aus der Atmosphäre niedergefallene und in einer gewiſſen Tiefe der Erde auf einer thonichten oder ſteinichten Schichte geſammlete Waſſer bricht ſehr oft zur Seite aus, und verurſachet daher die ſogenannten Quellen. Dieſe ſind als die Mündungen unterirdiſcher Seen oder Teiche zu betrachten, und geben immerfort Waſſer, wenn auch eine Trockenheit einfallen ſollte, weil ſich dergleichen unterirdiſche Seen durch den Regen und Schnee auf einmal wieder füllen, und zwar durch Gänge, welche ſich ſchon das Regen- und Schneewaſſer von ſelbſt gemacht hat. Jedoch pflegen auch oftmals die beſtändigen Quellen bey einer ſehr anhaltenden Dürre merklich abzunehmen und endlich zu verſiegen, nach erfolgtem Regen aber eben ſo ſtark wie vorher wieder Waſſer zu geben; ein offenbarer Beweis, daß die Quellen ihr Waſſer aus der Atmosphäre und nicht aus dem Aufſteigen des unterirdiſchen Meerwaſſers wie etwa in Haarröhrchen erhalten, wie verſchiedene Naturforſcher glauben. Die Berechnung, welche dieſe Naturforſcher angeben, um zu beweiſen, daß manches Land nicht ſo viel Regen und Schnee auf der Oberfläche der Erde erhalte, als die Menge von Quellen geben, widerleget ſich dadurch von ſelbſt. Man findet daher auch gewöhnlich die Quellen an und neben den Bergen, weil das Waſſer ſich erſt auf eine gewiſſe Tiefe einſenken und daſelbſt ſammlen muß, ehe es als Quellwaſſer hervordringen kann. Man findet jedoch Quellen, welche oben auf den Bergen ſich befinden; ſie liegen aber allemal tiefer als die höchſten Gipfel der Berge. Dieſe rühren ſehr wahrſcheinlich ebenfalls von dem Niederſchlage der Atmosphäre her, indem gewöhnlich dergleichen Gipfel hoher Berge mit feuchten Dünſten umhüllt ſind, welche dieſe Gipfel einſaugen und dadurch den Quellen Nahrung geben.

§. 892.

§. 892.

Die mehreſten und ſtärkſten Quellen finden ſich allemal an denenjenigen Orten, wo zahlreiche und beträchtliche hohe Gebirge angetroffen werden. Durch den Zuſammenfluß des Waſſers ſolcher Quellen bilden ſich alsdenn die Bäche, Flüſſe und Ströme. Es erhalten alſo die Flüſſe ihren Urſprung von unterirdiſchen Seen, oder auch von ſolchen, welche auf der Oberfläche der Erde liegen. Die unterirdiſchen Seen findet man mehrentheils in hohen Gebirgen, welche beſtändig mit Schnee, Eis und Wolken bedeckt ſind; daher pflegen auch die Quellen, welche an ſolchen Bergen ſich befinden, ſehr ſtark zu ſeyn, und nie zu vertrocknen.

§. 893.

Das Quellwaſſer iſt in Anſehung der Reinigkeit und des Gehalts gar ſehr verſchieden. Ohne Zweifel rührt dieſe Verſchiedenheit von den mancherley Erdſchichten her, durch welche es dringt, und von welchen es Beſtandtheile auflöſet und mit ſich fortführet. Diejenigen Quellen, welche noch das meiſte Waſſer geben, ſind diejenigen, welche auf anſehnlichen Höhen entſpringen, und nur durch wenige Erdſchichten hindurchgedrungen ſind. Das gemeine Quell- und Brunnenwaſſer hat die Eigenſchaft, daß es Holz und einige andere Körper zuletzt entweder ganz in Stein verwandelt, oder ſolche doch wenigſtens mit einer ſteinartigen Rinde überziehet. Man findet daher faſt in allen unterirdiſchen Höhlen, in welche von oben herab das eingeſogene Waſſer träufelt, oft ſonderbare Verzierungen unter dem Nahmen Stalactiten von einem harten weißen Steine, welcher Tropfſtein genennt wird und welcher ſich von dem herabfallenden Waſſer abgeſondert hat. Es giebt auch Quellen, deren Waſ-

ſer

ſer ſolche Beſtandtheile enthält, welche demſelben einen merklichen Geſchmack geben, und daher mineraliſche Quellen, und insbeſondere Geſundbrunnen genennet werden, wenn ihr Waſſer zum mediciniſchen Gebrauch dienen kann. Dahin gehören die Sauerbrünnen, Stahlbrunnen, Cementquellen, Bitterwäſſer, Schwefelwäſſer.

§. 894.

Gewöhnlich frieren die Quellen im Winter nicht zu und im Sommer geben ſie kühles Waſſer. Der Grund hiervon liegt ohne Zweifel darinn, daß die Quellen meiſtens tief aus der Erde hervorkommen, wohin weder Kälte noch Wärme dringen kann, und daß die beſtändige Bewegung des Waſſers ein Hinderniß des Gefrierens iſt. Man findet auch Quellen, deren Waſſer warm oft heiß iſt; gewöhnlich enthalten dieſe mineraliſche aufgelößte Theile, und werden theils in mediciniſchen Abſichten getrunken, theils aber auch zum Baden gebrauchet, und heißen daher auch warme Bäder. Die Schwefelwäſſer ſind gewöhnlich von dieſer Eigenſchaft, und werden deswegen Schwefelbäder genannt. Wahrſcheinlich rührt die Wärme der warmen Bäder von der Verwitterung der Kieſe und verſchiedener anderer damit vermengter Mineralien her, über welche das Waſſer hinſtreicht. Lulofs giebt auch noch einige Quellen an, deren Waſſer Feuer fangen, und welche daher feuerfangende Quellen genennet werden. Vermuthlich rühret dieſe Eigenſchaft von der brennbaren Sumpfluft oder auch von dem auf dem Waſſer ſchwimmenden Naphta oder Bergöl her.

§. 895.

Endlich giebt es noch hin und wieder ſalzige Quellen, aus deren Waſſer nach vorher geprüftem Gehal-

Gehalte gemeines Küchenſalz geſoden wird. Mehrentheils übertreffen ſie an Salze das Meerwaſſer, und es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß dieſe Quellen aus Schichten von Steinſalz oder aus Erdſchichten, welche von Salz durchdrungen ſind, hervorkommen. Auſſer dem gewöhnlichen Salze enthalten ſie meiſtentheils noch Gyps und ſalzgeſauerte Bittererde, welche durch die Gradirhäuſer abgeſondert wird.

§. 896.
II. Von den Jahreszeiten und von dem Clima.

Unter den Jahreszeiten verſteht man die vier Theile, in welche das Jahr beſonders von den Bewohnern der gemäßigten Zonen eingetheilet wird, und welche wie bekannt, Frühling, Sommer, Herbſt und Winter heiſſen. Sie rühren von dem verſchiedenen Stande der Erde gegen die Sonne her. Wenn nemlich die Sonne in ihrer ſcheinbaren Bahn in das Zeichen des Witters tritt, folglich aus der ſüdlichen Halbkugel in die nördliche übergehen will, ſo hebt ſich bey den Bewohnern der nördlichen gemäßigten Zone der Frühling, bey den Bewohnern der ſüdlichen gemäßigten Zone aber der Herbſt an. Von dieſer Zeit an ſteigt die Sonne in ihrer ſcheinbaren Bahn immer höher, dadurch wächſt die Mittagshöhe derſelben, und die Tage werden länger; auch fallen die Sonnenſtrahlen weniger ſchief auf, und es nimmt die Wärme zu. Dieſer Erfolg dauret ſo lange, bis die Sonne in den Krebs getreten, ihre Mittagshöhe ſowohl als die Tageslänge am größten geworden iſt, und ihre Strahlen die ſtarke Hitze verurſachen; man ſagt alsdenn, es ſey Sommer. Nunmehr kehrt die Sonne vom Tage zu Tage wieder nach dem Aequator zurück, die Mittagshöhe derſelben und die Tageslänge wird wieder kleiner, und ihre Strahlen werden in Anſehung

hung der Erwärmung auch geringer. Iſt nun die Sonne bis zum Aequator wieder zurück gekehret oder in die Waage getreten, ſo haben wir alsdenn Herbſt. Von dieſer Zeit an geht ſie in die ſüdliche Halbkugel über, ihre Mittagshöhe wird immer kleiner, die Tageslänge geringer, und die Sonnenſtrahlen werden weniger erwärmend, bis zu dem Eintritte der Sonne in den Steinbock, wo ſich der Winter anfängt, und wo ſie die kürzeſte Mittagshöhe und die geringſte Tageslänge bey uns giebt. Hiernächſt werden die Tage wieder länger, indem die Sonne wieder zurück nach dem Aequator geht, und daſelbſt abermals Frühling macht. Die ſüdliche Halbzone hat allemal die entgegengeſetzten Jahreszeiten.

§. 897.

In den Ländern der kalten Zonen giebt es zur Zeit des Frühlings Tage bis im Sommer hinein, wo die Sonne gar nicht untergehet, mithin haben die Bewohner dieſer Länder einen beſtändigen Tag; im Gegentheil fängt im Herbſt eine beſtändige Nacht an, welche bis in dem Winter dauret. Was endlich die heiße Zone anbetrift, ſo läßt ſich daſelbſt die Eintheilung in Jahreszeiten nicht anwenden. Allen Oertern dieſer Zone geht die Sonne jährlich zweymal durch den Scheitel, und iſt auch von denſelben zweymal am weiteſten entfernet. In dieſer heißen Zone fällt gerade zu der Zeit, wo die Sonne am höchſten ſteht, und wo eigentlich Sommer ſeyn ſollte, ein beſtändiger Regen ein; zu der Zeit hingegen, an welcher die Sonne am niedrigſten ſtehet, pflegt es daſelbſt am heiterſten zu ſeyn.

§. 898.

Die Abwechſelung der Jahreszeiten iſt eine Folge davon, daß die Ecliptik den Aequator unter einem Win-

Winkel von 28½ Grad ſchneidet. Fiele die Ecliptik mit dem Aequator zuſammen, ſo würden zu allen Zeiten Tag und Nacht gleich ſeyn, und an allen Orten vorzüglich der gemäßigten Zonen ein immerwährender Frühling herrſchen. Es haben aber die Beobachtungen gelehret, daß die Sonne in ihrer ſcheinbaren Bahn nicht gleiche Theile in gleichen Zeiten zurücke leget, folglich müſſen auch ſelbſt die Jahreszeiten von verſchiedener Länge ſeyn. So dauert bey uns Frühling und Sommer ohngefähr 186, Herbſt und Winter 179 Tage. Die abwechſelnden Veränderungen von Wärme, Hitze und Kälte hängen gröſtentheils von der Sonne ab, allein lokale Umſtände machen hierinn eine große Verſchiedenheit. So iſt z. E. in gebirgigten Gegenden mehrentheils eine größere Kälte, als in mehr ebenen, obgleich auch noch andere zufällige Umſtände Abänderungen bewirken können.

§. 899.

Wegen der Verſchiedenheit der Wärme und Kälte, die man oft an Oertern in einerley Zonen antrift, theilten die Alten die Erdfläche durch Parallelkreiſe mit dem Aequator ſo ein, daß von jedem ſolchen Kreiſe bis zum nächſtfolgenden die Dauer des längſten Tages um eine halbe Stunde zunahm. Einen jeden ſolchen Streifen nannten ſie ein Clima, und glaubten, daß Oerter, welche in eben demſelben Clima liegen, gleich warm oder kalt wären. Allein die Erfahrung lehret, daß dieſe Eintheilung in Streifen in Anſehung der Wärme und Kälte ganz irrig und unnütz iſt. Man verſteht heutzutage unter dem Worte Clima das eigene Verhalten der Witterung an einem Orte in Abſicht der Wärme und Kälte, Abwechſelungen der Jahreszeiten, Feuchtigkeit und Trockenheit, Fruchtbarkeit u. ſ. f. Das Clima hängt nicht allein von der Würkung der Sonnenſtrahlen ſondern auch von verſchiedenen andern

Zuſtänden der unſere Erde umgebenden Atmoſphäre ab z. E. von den Niederſchlägen, Zerſetzungen und Verbindungen in dem Luftkreiſe, von den Winden, von der Ausdünſtung der Erdfläche und d. g.

§. 900.

Vielfältig angeſtellte Erfahrungen beweiſen, daß in dem heißen Clima die Barometerveränderungen ſehr gering ſind; in den gemäßigten Climaten hingegen findet man die Barometerveränderungen ſehr häufig und zwar im Winter häufiger als im Sommer. Die Unterſuchung der Atmosphäre im folgenden wird zeigen, daß dieſe Veränderungen in den Veränderungen der Atmoſphäre ihren Grund haben.

§. 901.

Von der Atmoſphäre und von den Lufterſcheinungen.

Die Luft, welche die Erde allenthalben umgiebt, macht die Atmosphäre oder den Luftkreis aus (§. 584). Was die Beſtandtheile der atmoſphäriſchen Luft betrift, ſo ſind dieſe bereits oben im §. 615. angezeiget worden. Hier ſoll ſie nur in Verbindung mit fremdartigen Materien in Betrachtung gezogen werden. Es iſt oben ſchon erwieſen, daß die Luft an unſerer Erdfläche die größte Dichtigkeit und Elaſticität beſitze, in weitern Entfernungen von der Erde aber immer mehr in ihrer Dichtigkeit und Elaſticität abnehme, und zuletzt an der äuſſerſten Gränze in der Dichtigkeit und Elaſticität unmerklich werde. Wie hoch aber die Luft über die Erde gehet, das ließe ſich aus der Höhe des Queckſilbers im Barometer und aus dem Verhältniſſe des Gewichtes der Luft und des Queckſilbers gegen einander beſtimmen, wenn wir nur genau das Geſetz anzugeben wüßten, nach welchem die Dichtigkeit derſelben in der Höhe abnimmt. Es läßt ſich daher auch die zu beſtimmen-

mende Höhe der Atmoſphäre über der Erdfläche keiner genauen Rechnung unterwerfen. Wenn unſere Erde weiter keine Bewegung hätte, und keine andere Kraft auf die Atmoſphäre wirkte, ſo würde ſie wegen der anziehenden Kraft der Erde bey erfolgtem Gleichgewichte allenthalben von der Erde gleich weit entfernet ſeyn, und daher eine vollkommene Kugel bilden. Allein die Einwirkung anderer Kräfte vorzüglich der anziehenden Kraft des Mondes und der Sonne ſo wie die zurückſtoßende der Wärme macht Abänderungen. Verſchiedene Erfahrungen haben auch wirklich gelehret, daß die Barometerhöhen in der Erdferne des Mondes und zur Zeit der Quadratſcheine etwas höher ſind, als zur Zeit des Neu- und Vollmondes und wenn der Mond in der Erdnähe iſt.

§. 902.

So durchſichtig auch die Atmoſphäre iſt, ſo reflektiret ſie doch einen beträchtlichen Theil des Lichtes, und eben daher iſt die gewöhnliche blaue Farbe am Himmel herzuleiten. Dieſe blaue Farbe iſt deſto dunkler, je reiner die Luft iſt; daher wird ſie auch auf ſehr hohen Bergen weit dunkeler als am Fuße deſſelben beobachtet. Dieſe blaue Farbe verſchwindet zum Theil oder ganz, wenn ſich in der Atmoſphäre Unreinigkeiten, als Nebel u. d. g. befinden. Um den Grad der blauen Farbe des Himmels beſtimmt anzugeben, hat Herr von Sauſſüre eine beſondere Vorrichtung unter dem Nahmen Kyanometer angegeben. M. ſ. Beſchreibung eines Kyanometers oder eines Apparats zur Meſſung der Intenſität der blauen Farbe des Himmels von Hrn. v. Sauſſüre aus d. Journal de phyſique Mars 1791. p. 199. überſ. in Grens Journal der Phyſ. B. VI. S. 93. u. f.

§. 903.

Weil der Druck der Luft die alleinige Urſache des Barometerſtandes iſt, ſo muß bey den Barometerveränderungen offenbar die Atmoſphäre eine Aenderung leiden, wodurch der veränderte Druck bewirket wird. Der Grund des veränderten Drucks der Atmoſphäre kann weder allein in der anziehenden Kraft des Mondes und der Sonne noch in der einwirkenden Wärme liegen (§. 900), weil die Barometerveränderungen vermöge vielfältig angeſtellter Beobachtungen nicht ſo regelmäßig erfolgen, als ſie erfolgen ſollten. Auf welche Umſtände es meiner Einſicht nach ankomme, habe ich bereits im §. 598. in der Anmerk. angezeigt.

§. 904.

Ueberhaupt fehlt es noch viel, von allen möglichen Veränderungen, welche in der Atmoſphäre vorgehen, Rechenſchaft zu geben. Gerade die Atmoſphäre iſt gleichſam die Werkſtätte, wo chemiſche Operationen, welche die Natur bewirket, unverkennbar ſind. Die veränderten Wirkungen nehmen wir wahr, indem ſie einen ſo großen Einfluß auf den Erdkörper und Bewohner deſſelben haben, aber die Proceſſe, welche die Natur dabey gebraucht, ſind uns noch unbekannt. Alle dieſe Veränderungen, welche ſich in der Atmoſphäre beſtändig zutragen, nennt man Lufterſcheinungen oder Meteore, und theilet ſie ein in luftige, wäſſerige, feurige und glänzende. Luftförmige Phänomene ſind die Winde; wäſſerige der Thau, Reif, Nebel, die Wolken, der Regen, der Schnee, das Glatteis, der Hagel und die Waſſerhoſen; zu den feurigen rechnet man den Blitz und Donner, das Wetterleuchten, das Nordlicht, die Feuerkugeln, die Sternſchnuppen, die Irrwiſche und Irrlichter; zu den glänzenden endlich gehö-

gehören der Regenbogen, die Höfe, die Nebenſonnen und die Nebenmonde.

§. 905.

I. Von den Winden.

Weil die Luft eine flüßige Materie iſt, deren Theile folglich von einer geringen Kraft verſchoben werden können, ſo läßt ſich einſehen, daß die Luft ohne große Hinderniß in eine Bewegung kommen könne. Bewegen wir uns in dem Luftkreiſe ſchnell, ſo fließt die Luft um uns herum, und verurſachet bey uns eine gewiſſe Empfindung, welche von dem Winde, den eben die fließende Luft macht, herrühret. Unter dem Winde verſteht man alſo eigentlich nichts weiter als eine fließende Luft. Die Richtung des Windes erkennet man aus dem Zuge der Wolken, des Rauchs, und andern leichter Körper, welche dem fließenden Strome des Windes ausgeſetzet ſind. Die Winde ſelbſt ſind in ihrer Geſchwindigkeit gar ſehr verſchieden; die heftigſten nennt man gemeiniglich Orcane, Stürme. Die gewöhnliche Richtung der Winde iſt horizontal, oder ſie weichen doch wenigſtens von dieſer Richtung nicht viel ab. Allein es giebt auch Fälle, wo der Wind nach allen möglichen Richtungen hinſtrömen kann; wie denn auch dies aus der Natur der Flüßigkeit der Luft nothwendig folgt. Es kommt ganz darauf an, nach welcher Richtung den Lufttheilen der geringſte Widerſtand geſchiehet, denn eben nach dieſer Richtung wird der Luftſtrom hingehen.

§. 906.

Die Winde erhalten ihre Nahmen von denjenigen Weltgegenden, woher ſie wehen, Nord, Süd, Oſt und Weſtwinde. Kommen ſie nicht gerade aus dieſen vier Hauptgegenden, ſo benennet man ſie mit dem Nahmen der ihnen zugehörigen Nebenge-

gend, wie denn die Schiffer 32 Arten ſolcher Winde unterſcheiden. Beträgt die Geſchwindigkeit des Windes in einer Sekunde etwa 10 bis 16 Fuß, ſo heißt er ein ſanfter, mäßiger Wind. Man nennt ihn ferner einen ſteifen Wind, wenn er 24 Fuß, einen harten Wind, wenn er 35 Fuß in einer Sekunde zurückleget. Einen Wind von 40 bis 50 Fuß Geſchwindigkeit in einer Sekunde pflegt man ſchon einen mittelmäßigen Sturm, und einen von 60 Fuß einen ſtarken Sturm, und einen von 70, 90, 100 und mehrere Fuß einen Orkan zu nennen. Gewöhnlich ſind die Winde in höhern Gegenden der Atmoſphäre weit heftiger als in den niedrigern. In der Tiefe findet der Wind mehrentheils Berge, Wälder und andere erhabene Gegenſtände, an welche er ſich ſtößet, wodurch er natürlich in ſeiner Geſchwindigkeit vermindert werden muß. Daher kommt es, daß man den Wind in einem Walde nicht ſo heftig, als auf dem freyen Felde empfindet. Im Gegentheil kann er in der Höhe viel freyer fortgehen, und man findet daher auf ſehr hohen Bergen ſolche heftige Stürme, gegen welche ſelbſt Menſchen ſich nicht halten können.

§. 907.

Im Ganzen genommen iſt die Bewegung der Winde nicht ganz regelmäßig. Oftmals ſcheinen ſie ſich ganz gelegt zu haben, fangen aber bald theils ſtoßweiſe mit beträchtlicher Stärke jedoch mit allmähliger Nachlaſſung, theils ſanft mit allmähliger Verſtärkung wieder an, oft ſind ſie an einer gewiſſen Stelle in einem Augenblicke ſchwach, nahe dabey aber zu eben der Zeit ſtark, und ſo wechſeln ſie mehrentheils unregelmäßig ab. In tiefen Thälern und Schluften, ſo wie in engen Gaſſen der Städte pflegen die Winde oft ſtärker als im freyen zu ſeyn, ja

ja man bemerkt daſelbſt einen Wind, wenn gleich die Luft an freyen Stellen ganz ſtill zu ſeyn ſcheinet. An ſolchen Oertern wird die Luft gemeiniglich zuſammengedrängt, und muß daher ſchnell hindurchfließen. Auf eben dieſe Weiſe entſteht auch der Zugwind in den Häuſern, Stuben u. d. g. wenn die Fenſter und Thüren geöfnet werden. Mehr regelmäßig findet man die Winde in den heißen Ländern. Mitten auf dem atlantiſchen Meere, dem ſtillen und andern großen Meeren zwiſchen den Wendekreiſen findet man faſt beſtändig einen mäßigen Oſtwind, welcher in dem nördlichen Theile der heißen Zone nordöſtlich, in dem ſüdlichen Theile ſüdöſtlich iſt. Nur zwiſchen 10 Grad nördlicher und ſüdlicher Breite iſt er beynahe ganz öſtlich. Halley nebſt andern ſetzte die Urſache dieſer regelmäßigen Winde in der allmähligen Erwärmung der Luft durch die Sonnenſtrahlen. Denn es würde die Luft von der Sonne in Oſten am ſtärkſten erwärmt, wodurch die Luftſäule eine größere expanſive Kraft erlangte als die angränzende, müſſe folglich oben nach allen Seiten abfließen. Wegen des Gleichgewichtes müſſe nun die untere kältere Luft von allen Seiten zufließen, von der Sonne wieder erwärmet werden, und auf dieſe Weiſe in einer beſtändigen Bewegung ſeyn. Weil aber dieſer Ort von Morgen gegen Abend fortrucke, ſo fließe die erwärmte Luftſäule vorzüglich gegen Morgen hin, und die untere kältere Luft bewege ſich von Morgen gegen Abend. Allein Herr Hube hat gegen dieſe Erklärung ſehr gegründete Einwürfe gemacht, und die Urſache der beſtändigen Winde mit weit mehr Wahrſcheinlichkeit in der Umdrehung der Erde um ihre Axe geſucht. Die Luft auf der ganzen Oberfläche der Erde muß eine mit der Erde gemeinſchaftlichen Bewegung von Weſten gegen Oſten erhalten. Da aber die Hitze in der heißen Zone beſtändig am gröſten iſt, folglich

die ausgedehnte untere Luft ſpecifiſch leichter, als die Luft in den übrigen Zonen der beyden Halbkugeln; ſo muß natürlich die Luft in den kältern Zonen von der gemeinſchaftlichen Bewegung mit der Erde abgelenkt werden, und gegen die heiße Zone zuſtrömen; dadurch kommt aber die Luft beſtändig über andere und andere Stellen der Erdoberfläche, welche ſich immer ſtärker und ſtärker von Weſten gegen Oſten bewegen. Folglich bleibt ſie in Anſehung der Bewegung der Erdoberfläche immer mehr und mehr zurück, je weiter ſie gegen die Linie kommt. Es muß alſo einem Menſchen, welcher ſich in der Gegend der Linie befindet, und welcher mit der Erdfläche zugleich fortgeriſſen wird, ſo vorkommen, als ob die Luft von Oſten gegen Weſten ſich bewegte. Befände ſich nun der Menſch in der nördlich n Halbkugel, ſo muß ihm der Wind von Nordoſten herzukommen ſcheinen, im Gegentheil von Südoſten, wenn er ſich in der ſüdlichen Halbkugel befindet. M. ſ. Halley an hiſtorical account of the trade — winds and monſcons etc. in den Philoſ. tranſact. num. 183. p. 153. f. *Muſchenbroek* introduct. ad philoſ. natur. T. II. Hube über die Ausdünſtung und ihre Wirkungen in der Atmosphäre Leipz. 1790. gr. 8. Kap. 57 — 68. Deſſelben vollſtändlicher und faßlicher Unterricht in der Naturlehre B. II. gr. 8. Brie. 34—37.

§. 908.

Auſſerdem giebt es auf dem oſtindiſchen, chineſiſchen und andern eingeſchränkten Meeren regelmäßige Winde, welche etwa 8 Monathe lang nach einer gewiſſen Gegend, die übrigen Monathe des Jahres darauf nach der entgegengeſetzten Gegend wehen. Man nennt ſie **Muſſons- oder Paſſatwinde, Wechſelwinde.** Dieſe Winde wehen ſehr oft über die Wendekreiſe hinaus, ſind aber daſelbſt ſo be-

beſtändig nicht als näher gegen die Linie hin. Sehr wahrſcheinlich ſetzt Herr Hube die Urſachen dieſer Winde darinn, daß die von den Meerbuſen nördlich liegenden Länder, wo dieſe Winde wehen, im Winter weit ſtärker erkältet werden, als die Meere ſelbſt, welche an ſie gränzen; dadurch muß aber nothwendig die auf dem ſehr weit ausgedehnten feſten oft mit ſehr hohen Gebirgen verſehenen Lande befindliche kalte Luft gegen die Linie mit Heftigkeit ſtrömen. Im Gegentheil werden im Sommer die feſten Länder ſtärker erwärmt. Die Hitze verbreitet ſich nach und nach über die angränzenden Meere gegen Süden zu, und der dahinſtrömende nördliche Wind wird beſtändig ſchwächer; bey noch mehr zunehmender Wärme hört er gänzlich auf, und die Luft fängt zuletzt an, von der Linie gegen Norden zu fließen.

§. 909.

Auch wehet in dem heißen Erdſtriche auf den Küſten in der trockenen Jahrszeit noch eine Art von periodiſchen Winden, nämlich bey Tage der Wind von der See, und bey der Nacht vom Lande. Dieſer abwechſelnde Land- und Seewind iſt beſonders an hohen bergigen Küſten ſehr beträchtlich, an flachen Küſten aber kaum merklich. Vermuthlich liegt der Grund dieſes abwechſelnden Windes in der ſchnellern Abkühlung der Luft zur Nachtzeit, und in der geſchwindern und ſchnellern Erwärmung derſelben bey Tage. Endlich nimmt man auch in dem heißen Erdſtriche, vorzüglich unter der Linie, ſo wie in der naſſen Jahreszeit in einigen andern Gegenden der daſelbſt befindlichen großen Meere oft Windſtillen wahr. Ohne Zweifel iſt die Urſache hiervon ebenfalls wie bey den übrigen daſelbſt wehenden Winden, in der Wärme zu ſuchen. Je geringer nämlich der Unterſchied der Wärme an zweyen verſchie-

denen Orten anzutreffen iſt, deſto weniger werden Winde ſtatt finden können, denn alsdenn iſt das Gleichgewicht der Luft deſto mehr hergeſtellet. Dieſer Unterſchied wird aber gerade gegen die Linie hin nur geringer, und verſchwindet unter der Linie faſt ganz; mithin müſſen daher auch in dieſer Gegend häufige Windſtillen entſtehen. Man findet auch zu dieſen Zeiten in einer weiten Strecke von der Linie zu beyden Seiten faſt durchgehends eine gleiche Hitze. Zuletzt giebt es noch in den heißen Ländern einige Winde, welche nicht von dem Unterſchiede der Sonnenwärme auf der Erdfläche herrühren. Hieher gehören vorzüglich der Harmattan auf der weſtlichen Küſte von Afrika; der Sirocco in Italien, Sicilien und auf dem mittelländiſchen Meere; der Samiel in Meſopotamien bis nach Aegypten, der Chemſin in Aegypten, welcher ſo heiß iſt, daß er oft Menſchen erſtickt. Die Urſache von dieſen beſondern Winden hat man noch nicht mit einiger Wahrſcheinlichkeit entdecken können.

§. 910.

In den gemäßigten und kalten Zonen ſind die Winde viel unbeſtändiger als zwiſchen den Wendekreiſen. Sie wehen oft an einem Tage bald nach dieſer bald nach einer andern Richtung. Die Winde, welche in dieſem Jahre vorfallen, ſind denen im vorhergehenden Jahre ganz unähnlich; ſo ſind im März des einen Jahres häufige Oſtwinde, im März des vorhergehenden Jahres Weſtwinde u. ſ. w. Oft erſtrecken ſich die Winde auf eine ſehr große Strecke, oft aber auch nicht, oft ſind ſie ſtark, oft ſchwach. Die Urſachen aller dieſer unregelmäßigen Winde ſind ſo leicht nicht zu entdecken. Offenbar müſſen ſie in der Störung des Gleichgewichts in der Luft ihren Grund haben, allein es iſt ſchwer, allemal die Umſtände

ſtände anzugeben, welche das Gleichgewicht der Luft aufheben. Die Erwärmung der Luft durch die Sonnenſtrahlen und die Abkühlung derſelben, nebſt der Umdrehung der Erde um ihre Axe iſt nicht die alleinige Urſache der Veränderlichkeit der Winde. Allen Vermuthen nach trägt zu dieſer Veränderung die Elektricität in der Luft, das Aufſteigen der Dünſte, Vernichtung der Dünſte und vielleicht der Luft ſelbſt und noch andere Umſtände vieles bey. Auch die Lage und Beſchaffenheit der Gebirge des feſten Landes ändert die Richtung der Winde ſehr ab.

§. 911.

Gewöhnlich haben die Winde in den gemäßigten und kalten Zonen Einfluß auf Trockenheit und Feuchtigkeit, Wärme und Kälte. So ſind gewöhnlich die Weſt- und Nordweſtwinde feucht. Die Weſtwinde verurſachen im Winter meiſtentheils Thauwetter, weil die Luft unter gleicher Breite über dem Meere vermöge der Erfahrung wärmer zu ſeyn pfleget, als über dem feſten Lande.

§. 912.

Man hat verſchiedene Werkzeuge angegeben, welche dazu dienen, um die Richtung der Winde zu bemerken und ihre Stärke nebſt der Geſchwindigkeit zu ermeſſen. Die erſtern nennt man Anemoſkope, und die andern Anemometer. Die gewöhnlichſten Anemoſkope ſind die gemeinen Wetterfahnen, welche an ihren untern Enden mit den Fahnen gleich laufende Zeiger beſitzen, über welchen eine ſo genannte Windroſe angebracht iſt. Man hat von den Anemometern ſehr viele Arten angegeben, aber ſie entſprechen alle der eigentlichen Abſicht nicht. Eine neue Art von Anemometern beſchreibt Woltmann in der Theorie und Gebrauch des hydrometriſchen Flügels

oder

oder zuverläßige Methode, die Geſchwindigkeit der Winde und ſtrömenden Gewäſſer zu beobachten. Hamburg 1790. 4.

§. 913.

II. Von dem Thaue.

Diejenige Feuchtigkeit, welche ſich an den Pflanzen ſehr oft nach Untergang und vor Aufgang der Sonne in Geſtalt von kleinen Tropfen anleget, nennt man gewöhnlich Thau. Man nimmt ihn am meiſten nach heitern und trockenen Sommertagen wahr. Der Thau iſt für ſich höchſt unrein, hat mehrentheils einen beſondern Geruch und einen widerlichen Geſchmack, und in verſchiedenen Gegenden auch verſchiedene Eigenſchaften. Hieraus läßt ſich ſchon der ſichere Schluß machen, daß der Thau nahe an der Erdfläche müſſe erzeugt werden, weil ſich gerade daſelbſt die größte Menge von Ausdünſtung befinden muß. Die Alten glaubten, der Thau entſtehe ſehr hoch über der Erde in der Luft, woher auch noch der gemeine Ausdruck herzuleiten iſt: **daß der Thau falle.**

§. 914.

Es lehret die Erfahrung hinlänglich, daß alle Thiere und Pflanzen vermöge einer ihnen ganz eigenen Kraft eine Menge von ſehr feinen Theilchen ausſtoßen und der Luft übergeben, welches man im gemeinen Leben Ausdünſten nennt. Ja ſelbſt das Waſſer, welches über zwey Drittheile der Erde bedeckt, dampft in ſehr großer Menge ab, und es hat mit der Abdampfung die Ausdünſtung eine ähnliche Bewandniß. Die Abdampfung des Waſſers iſt völlig einerley mit der ſo genannten unmerklichen Ausdünſtung des Waſſers; denn beyde beſtehen in nichts weiter als in der Verwandlung deſſelben in elaſtiſchen Dampf. Die Temperatur

peratur mag ſo gering ſeyn als man will, ſo findet allemal die Verwandlung des Waſſers in Dampf ſtatt, obgleich wegen der geringern Intenſität der Wärme die Abdampfung unmerklich iſt. Es bedarf der Auflöſung des Waſſers in der Luft keinesweges, um die Erſcheinungen der Verdampfung des Waſſers zu erklären. Die Gründe für die Auflöſung, und die dadurch bewirkte Ausdünſtung hat de Lüc umſtändlich widerleget. M. ſ. de Lüc neue Ideen über die Meteorologie a. d. Franz.

§. 915.

Wenn in den Sommertagen die Luft eine Menge von ausgedunſtetem Waſſer enthält, welches ſich mit den Theilen, die die Pflanzen ausgedunſtet haben, vermiſcht, und es ändert ſich zur Nachtzeit die Temperatur der Luft oder es wird kälter, ſo kann auch die in der Luft befindliche Feuchtigkeit nicht mehr expanſibel bleiben, und es wird das Waſſer mit den ausgedünſteten Theilen der Pflanzen in tropfbarer Geſtalt abgeſchieden. Die Erkältung der Luft iſt nach dem Untergange der Sonne allemal nahe an der Erde am ſtärkſten, daher ſteigen die nahe an der Erdfläche befindlichen expanſibeln feuchten und zum Theil abgekühlten Theilchen in die Höhe, wegen fortdaurender Erkältung aber verliehren ſie ihre Expanſibilität, und verwandeln ſich in tropfbare Flüſſigkeit. Daher kommt es, daß von verſchiedenen über einander aufgehängter Körper diejenigen, welche zu unterſt hängen, des Nachts viel eher feucht als die obern werden, auch iſt mehrentheils ihre untere Fläche viel näſſer als die Obere. Beym Sonnenaufgang aber wird die obere Luft in der Atmosphäre zuerſt erkältet wegen des Oſtwindes, der gewöhnlich gegen Morgen entſteht, folglich bewegen ſich die oben geſammleten Dünſte gegen die

Erd-

Erdfläche zu, häuffen ſich daſelbſt an, und verurſachen den Morgenthau.

§. 916.

Indeſſen ſcheint doch bey der Abſonderung der expanſibeln Feuchtigkeit von der Luft die Electricität der Atmosphäre wirkſam zu ſeyn. So werden Pflanzen, Steine, Tiſche und ſelbſt rauhe Metalle, wenn ſie der freyen Luft ausgeſetzet ſind, vom Thaue befeuchtet, polirte Metalle hingegen bleiben mehrentheils trocken. Elektriſche Körper als Glas, Wolle, Seide u. d. g. werden in der Luft vorzüglich naß; liegen ſie aber auf guten Leitern und ſind dünn, ſo werden ſie, ſo weit ſie auf ſelbigen liegen, von dem Thaue nicht befeuchtet. Eben dies findet auch bey einem gut iſolirten Leiter ſtatt, welcher die Elektricität der Luft annimmt. Leget man z. E. eine Metallplatte auf eine gläſerne etwas größere Tafel, ſo bleibt nicht nur das Metall, ſondern auch ein Streifen des Glaſes rings um das Metall trocken.

§. 917.

III. Von dem Reife.

Wenn die Luft, und die Oberflächen der Körper, an welche ſich der Thau anleget, ſo ſehr erkalten, daß die Kälte bis zum Gefrierpunkte ſteigt, ſo gefrieret auch das aus der Luft ſich niederſchlagende Waſſer oder der Thau, welcher unter dem Namen des Reifs bekannt iſt. Der Reif zeigt ſich vornehmlich zu Ende des Herbſtes und des Winters, wenn die Nächte kalt und lang genug ſind, um den Körpern auf der Erde die am Tage über angenommene Wärme völlig zu entziehen. Statt des im Sommertagen gewöhnlichen Thaues ſieht man alsdenn die Pflanzen, die Zweige der Bäume, die Dächer der Gebäude u. d. g. mit

Reif

Reif überzogen. Auch das Gefrieren der Fenſter und das uneigentlich ſo genannte Ausſchlagen der Kälte an den Gebäuden beym Anfange des Aufthauens entſtehet auf eine ähnliche Art wie der Reif. Denn beym Aufthauen wird die Luft weit geſchwinder als dieſe Körper erwärmet; es ſchlägt ſich alſo die in der Luft ſchwebende Feuchtigkeit an den kalten Flächen dieſer Körper nieder und gefrieret an ſelbigen. Daher wird die kalte Fläche mit einer weißen Rinde feiner Eistheilchen überzogen.

§. 918.

IV. Von dem Nebel.

Unter dem Nebel verſtehet man ſehr feine Waſſertheilchen, welche aus dem Waſſerdampfe niedergeſchlagen worden, und welche in der Luft durch irgend eine Kraft ſchwimmend erhalten werden. Dieſe feinen Waſſertheilchen trüben den Himmel und haben die Geſtalt kleiner Bläschen. Ohne Zweifel entſtehet der Nebel aus der Zerſetzung des Waſſerdampfes durch die Vermehrung des Drucks der Atmosphäre oder durch die Verminderung der Temperatur derſelben, wenn nämlich die Atmosphäre eine ſo große Menge Waſſer in Dampfgeſtalt aufgenommen hatte, daß ſie bey Vermehrung des Drucks oder Verminderung der Wärme dieſe Menge im durchſichtigen Dampfe nicht mehr halten konnte. Hieraus ſieht man leicht ein, daß bey erfolgtem verminderten Drucke oder bey zunehmender Wärme der Atmosphäre der Nebel wieder verſchwinden und in durchſichtigen Dampf verwandelt werden könne. Wenn im Gegentheil der Druck der Atmosphäre noch mehr zunimmt, ſo treten die Theilchen des Nebels zuſammen, ſo wie dies auch durch Entſtehung der Winde geſchehen kann, und es gehet der Nebel in tropfbarer Geſtalt entweder in Staubregen oder in

Thau

Thau über, und man ſagt alsdenn: der Nebel falle. In dieſem Falle wird gewöhnlich der Tag heiter. Iſt ferner die zunehmende Wärme nicht ſo groß, daß der Nebel wieder in eine ganz durchſichtige Dampfgeſtalt verwandelt werden kann, ſo ſteigt er alsdenn vermöge der expanſiven Kraft der Wärme in die Höhe, verdichtet ſich daſelbſt, und bildet Wolken; man ſagt daher auch, der Nebel ſteigt. In dieſem Falle folget gemeiniglich ein trüber Tag, und oftmals Regen.

§. 919.

Im Frühlinge und im Herbſte, ſo wie am Morgen und Abend ſind die Nebel am häufigſten; im Frühlinge und am Morgen, weil die Oberfläche der Erde kälter iſt, als die höhere Luft über ſelbiger, folglich die Dünſte nahe an derſelben ſich vorzüglich verdichten; im Herbſte und am Abend, weil die erwärmte Erdfläche ſtärker ausdunſtet, und die darauf erfolgte Erkältung in der Luft einen Theil des Dunſtes zerſetzet. Weil ferner große Waſſerflächen vorzüglich ſtark ausdunſten, ſo iſt leicht zu begreifen, daß diejenigen Oerter, welche an großen Seen, Sümpfen, Teichen und andern Gewäſſer liegen, dem Nebel vorzüglich ausgeſetzet ſind, und daß man bey großen Waſſerfällen beſtändige Nebel antrift. Hingegen Winde zerſtreuen die Nebel, indem ſie die Waſſertheilchen mit fortreiſſen und in andere Gegenden führen.

§. 920.

Es können auch auſſer dem Waſſer andere Materien in Dunſtgeſtalt verwandelt werden; durch Entziehung des Wärmeſtofs aber müſſen ſie auch wieder niedergeſchlagen werden; und eben daher rührt es, daß manche Nebel einen eigenen Geruch beſitzen. Oft wir-

wirken ſie wenig oder gar nicht auf die Hygrometer, da ſie alsdenn trockene Nebel, Landrauch, Heiderauch, Höhenrauch, Sonnenrauch genennt zu werden pflegen. Zu dieſen gehöret der merkwürdige Nebel, welcher im Sommer 1783 ſich nicht allein über ganz Europa, ſondern auch bis in einige entfernte Meere erſtreckte.

§. 921.

V. Von den Wolken.

Die Wolken ſind nichts weiter als Nebel, welche in höhern Gegenden der Luft ſchwimmen und den Himmel trüben. Steigt man auf den Gipfel eines hohen Berges, welcher mit Wolken umgeben iſt, ſo findet man ſich ganz in Nebel eingehüllt. So hängen ſich oft viele Tage lang Wolken an die Gipfel der Berge, zerfließen an ihnen nur langſam, und geben daher Gelegenheit zu vielen Quellen und Bächen, welche an den Bergen entſpringen. Die Wolken entſtehen auf eben die Art wie die Nebel. Wenn nämlich der mit Waſſerdünſten angefüllten Luft in der obern Gegend die Wärme durch irgend eine Urſache entzogen wird, ſo treten nun die dadurch zerſetzten Waſſerdämpfe zuſammen und bilden Wolken, welche auf einmal und plötzlich den ganzen Himmel verdunkeln können. Auf eben dieſe Weiſe können aber auch bereits erzeugte Wolken, wie die Nebel, durch zunehmende Wärme in Dunſtgeſtalt verwandelt und völlig zerſtreuet werden. So geſchiehet es oft im Sommer, daß ein beym Sonnenaufgang ganz mit Wolken überzogener Himmel ſich nach und nach aufklärt, und nach einigen Stunden ganz heiter wird. Die Erfahrung lehret überhaupt, daß die Sonne im Sommer gar bald den Himmel helle macht, wenn er mit Wolken bezogen iſt;

da im Gegentheil bey uns im Winter der Himmel oft Wochenlang trübe bleibt.

§. 922.

Wird eine Wolke durch nach und nach erfolgende größere Kälte oder auch durch eine andere Urſache mehr zuſammen gezogen, ſo nimmt zugleich auch ihre Dichtigkeit und Undurchſichtigkeit zu, und ſenkt ſich mehr gegen die Erde. Daher findet man beſtändig die dickſten Wolken der Oberfläche der Erde näher, als die dünnern. Ueberhaupt ſenken und erheben ſich die Wolken allemal bis zu einer Luftſchicht, welche mit ihnen von gleicher ſpecifiſcher Schwere iſt. So bald die untere Luft, auf welcher eine Wolke ruhet, leichter wird, die Wolke aber keine Veränderung leidet, ſo ſenkt ſie ſich tiefer herab, wird ſie aber ſchwerer, ſo erhebt ſich auch die Wolke mehr. Man ſieht daher auch Wolken, welche einige Tage an den Bergen gehangen haben, ſich erheben, wenn das Barometer ſteiget.

§. 923.

Obgleich vermöge der anziehenden Kraft der Erde nahe an der Erdfläche die Luft weit mehr Waſſer in Dunſtgeſtalt enthält, als in höhern Gegenden der Luft, ſo können doch bey entſtehender Kälte in der obern Gegend Wolken erzeugt werden, ohne daß zugleich Nebel veranlaſſet würden. Die Erfahrung lehret, daß der Himmel mit Wolken überzogen wird, wenn bey heiterm Wetter ein warmer Wind gewehet hat. Ohne Zweifel wird die warme Luft, welche der Wind hergeführt hat, in den obern Gegenden ſtärker als unten erkaltet, und daher entſtehen oben Wolken ohne Nebel. Oft aber erheben ſich auch ſehr ſchnell feuchte Dünſte von der Erdfläche, werden oben abgekühlt, und bilden dadurch Wolken. Woher aber

dieſe feuchten Dünſte ihre ſpecifiſche Leichtigkeit erhalten, daß ſie vermöge vielfältig angeſtellter Erfahrungen ſehr ſchnell in die Höhe ſteigen, iſt noch nicht ſo ganz ausgemacht. Von der Sonnenwärme kann es nicht herrühren, weil dieſe Dünſte aus der Tiefe an feuchten Oertern aufſteigen, wo die Sonnenwärme noch lange nicht ſo wirkſam geweſen iſt, als in der obern Luft. Wahrſcheinlich rührt ihre ſpecifiſche Leichtigkeit von der Sumpfluft her.

§. 924.

In den obern Gegenden ſieht man oft bey Winden ſogleich Wolken entſtehen, welche auch eben ſo ſchnell wieder verſchwinden, oft vergrößern ſie ſich und oft werden ſie kleiner. Ohne Zweifel liegt der Grund hiervon in der Fortführung der Wolken vermittelſt der Winde durch verſchiedene Luftgegenden, welche bald kalt, bald warm ſind, wodurch eben bald mehr Dampf zerſetzt, bald zerſetzter in Dampf verwandelt wird.

§. 925.

Wenn die Sonne zwiſchen ein paar dichte Wolken hindurchſcheinet, ſo ſagt man alsdenn, die Sonne ziehe Waſſer. Gewöhnlich bemerkt man hierbey einen hellen Streifen, welcher ſich nach oben zu verſchmälern ſcheinet. Dieſe Redensart muß man aber nicht ſo eigentlich verſtehen.

Von der Theorie der Nebel und der Wolken, des Regens u. ſ. ſ. m. vollſtändig in de Lüc's neuen Ideen der Meteorologie, aus dem Franz.

§. 926.

VI. Von dem Regen und Schnee.

Unter Regen überhaupt verſteht man dasjenige Waſſer, welches in Geſtalt der Tropfen aus den Wol-

 ken

ken herabfällt. Wenn nämlich die Zerſetzung der Waſſerdünſte in den obern Gegenden der Luft in einer ſo großen Menge geſchiehet, daß das niedergeſchlagene Waſſer in Tropfen zuſammenzutreten genöthiget iſt, ſo kann es nun wegen des größern ſpecifiſchen Gewichts von der Luft nicht mehr gehalten werden, und muß in Tropfen niederfallen. Ehe es regnen will, zeigen ſich zuerſt am Himmel zerſtreute weiße Wolken, welche ſich nach und nach vergrößern, und zuletzt in eine einzige gleichförmige Wolke, welche den Himmel undurchſichtig macht, zuſammenziehen. Dieſe Wolke wird nach und nach dunkeler und ſchwerer, ſenkt ſich mithin tiefer herab, und es entſtehet daher ein ſogenannter **Landregen**. Oefters aber iſt nicht der Himmel mit einer einzigen Wolke bedeckt, ſondern es ſchweben nur an ſelbigen einzelne ſchwarze dicke Wolken, von welchen der Regen herabfällt, dergleichen Regen nennt man **Strichregen**. Oftmals wird auch der Himmel nur mit einer dünnen *einzigen* Wolke überzogen, welche ganz kleine Tropfen auf die Erde herabſendet, und den ſogenannten **Staubregen** bildet. Endlich können ſich in der obern Luft in einer unglaublichen Geſchwindigkeit ſehr dunkele, waſſerreiche Wolke bilden, welche ſich ſehr tief herabſenken, große dichte Waſſertropfen geben, oder auch das Waſſer in einer großen Maſſe auf einmal fallen laſſen. Daher entſtehen **Platzregen** und **Wolkenbrüche**.

§. 927.

In den niedrigern Gegenden ſind gewöhnlich die Regentropfen größer als auf hohen Bergen. Bey uns beträgt der Durchmeſſer der gröſten Regentropfen ſelten mehr als einige Linien; gegen den Aequator zu aber ſollen ſie oftmals einen Zoll im Durchmeſſer haben. Bei einem ſich erzeugenden Landregen

fängt

fängt der Regen gewöhnlich mit kleinen Tropfen an, wird allmählig bis zu einem gewiſſen Grade immer ſtärker, und hört endlich mit kleinen Tropfen wieder auf. Ja es kann ein in höhern Gegenden herabfallender Regen in der Luft wieder zerſtreuet werden, ehe er noch auf die Erde kommt; gelangen nämlich die Regentropfen beym Herabfallen in ſolche Luftſchichten, welche ſehr warm ſind, ſo werden ſie dadurch wieder in Waſſerdünſte verwandelt.

§. 928.

Bey Erzeugung der Regenwolken, zumal bey ſolchen, die oft in den heiterſten Tagen ſehr geſchwinde Platzregen oder wohl gar Wolkenbrüche verurſachen, finden ſich doch noch ungemein viele Schwierigkeiten, eine der Natur gemäße Erklärung zu geben. So viel Beobachtungen auch Herr de Lüc angeſtellet hat, ſo geſtehet er doch ſelbſt ein, daß wir die wahre Urſache des Regens noch nicht kennen. Einige, beſonders Herr Hube, ſetzen die Urſache des Regens in dem Niederſchlagen des in der Luft aufgelößten Waſſers. Diejenigen, welche dem neuern Syſtem zugethan ſind, ſuchen den Grund der Erzeugung der Regenwolken in dem Verbrennen der Lebensluft und des brennbaren Gas in den höhern Gegenden. Allein gegen alle dieſe Meinungen hat Herr de Lüc wichtige Zweifel gemacht, welche auf unläugbar angeſtellten Beobachtungen beruhen. Herr de Lüc ſtellt ſich die Sache kurz ſo vor; die unmerkliche Ausdünſtung des Waſſers, welche bald ſtärker bald geringer iſt, nachdem die Temperatur größer oder ſchwächer iſt, führe eine ſo große Menge Waſſer in die Atmoſphäre, als man kaum glauben ſollte; dieſes Waſſer erleide aber daſelbſt eine Veränderung, die es für das Hygrometer unmerklich mache, und er iſt dabey geneigt zu glauben, der Waſſerdampf, welcher ſelbſt bey der niedrigſten

Temperatur auf das Hygrometer nicht mehr wirke, ſey ein Beſtandtheil der Luft geworden; bey Erzeugung der Regenwolken werde nun dieſe Luft durch uns noch unbekannte Operationen der Natur vernichtet und zerſetzet. M. ſ. Mich. Hube über die Ausdünſtungen und ihre Wirkungen in der Atmosphäre in zwey Büchern Leipz. 1790. gr. 8. Deſſelben vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre, in einer Reihe von Briefen. B. II. Leipzig 1793. gr. 8. XXI. — XXVI. Brief. Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie von Chriſtoph Girtanner Berlin 1795. 8 S. 248. u. f. Neue Ideen über die Meteorologie von J. A. de Lüc a. d. Franzöſ. Th. I. II. Berlin und Stettin 1787. 1788. gr. 8. Th. II. Abtheil. III. Cap. I. Erxlebens Anfangsgründe der Naturlehre, herausgegeb. von Lichtenberg. Sechſte Auflage. Götting. 1794. 8. Vorrede und einige Anmerk. zu §. 238 und §. 434.

§. 929.

Wenn die Luft in der Atmosphäre ſo kalt wird, daß die zerſetzten Waſſerdämpfe ſogleich in dem erſten Augenblicke der Zerſetzung gefrieren, ſo kryſtalliſiret ſich das Waſſer in kleinern Eisnadeln, welche ſich zuſammenhängen, und in Geſtalt des Schnees herabfallen. Bey nicht zu kalter Witterung ſind die Schneeflocken oft ziemlich groß und unregelmäßig, bey großer Kälte hingegen fällt der ſogenannte Staubſchnee, welcher in den Nordländern oft ſo rein iſt, daß er die Augen angreift, und in die geringſten Ritzen eindringt. Bey ſtiller Witterung beſteht gemeiniglich der Schnee aus regelmäßigen von ſechs Faſern zuſammengeſetzten ſechszackigten Sternen. Die ganze Maſſe des Schnees iſt aber ſehr locker, vorzüglich wenn große Flocken herabgefallen ſind. Bey alsdenn anhaltender Kälte ſinkt die Schneemaſſe immer

zu-

zuſammen, dunſtet ebenfalls wie das Waſſer aus, und verzehret ſich ſo nach und nach.

§. 930.

Es giebt in der Atmosphäre über der Erde eine gewiſſe Gegend, wo es beſtändig ſo kalt iſt, daß der zerſetzte Waſſerdampf in Schnee verwandelt wird. Ueber dieſer Schneegränze hinaus bleibt der Schnee auch in den heißeſten Sommermonathen beſtändig liegen, und ſchmelzt nicht, In den höhern Gebirgen überzeugt man ſich hiervon am beſten, indem der auf den Gipfeln liegende Schnee im Sommer nie ganz ſchmelzt. Uebrigens mag die Kälte ſo groß als man will ſeyn, ſo dringt ſie doch in eine dicke Schneemaſſe nicht tief ein, und es iſt daher der Schnee eine Decke für die Pflanzen gegen die Wirkung eines heftigen Froſtes.

§. 931.

Da bey der Zerſetzung der Waſſerdämpfe entweder in Regen oder in Schnee nothwendig der vorher gebundene Wärmeſtof frey werden, und folglich auf die Atmosphäre wirken muß, ſo wird auch natürlich die Luft nach der Regel eine größere fühlbare Wärme erhalten, wodurch die Dunſtbildung wieder zunimmt, woſern nicht etwa andere Nebenumſtände verurſachen, daß der frey gewordene Wärmeſtoff verſchluckt und für unſer Gefühl unmerklich werde. Hierinn liegt auch wohl die Urſache, daß kurz vor dem Schnee das Wetter im Winter etwas gelinder wird. Im gemeinen Leben hat man den Ausdruck, daß es vor Kälte nicht ſchneyen könne; hierbey verwechſelt man aber offenbar die Wirkung mit der Urſache. Daß nämlich vor dem Schneyen gelindere Witterung einfällt iſt Wirkung nicht aber die Urſache des Schnees.

§. 932.

In hohen Gebirgen, wo der Schnee oft ſehr hoch über einander gehäuft iſt, pflegt bey gelinder Witterung ein kleiner Schneeball von dem Gipfel hoher Berge herabzurollen, welcher während des Herabſinkens nach und nach zu einer ungeheuren Schneemaſſe anwächſt, und in Thälern große Verwüſtungen anrichtet. In den Alpen nennt man dieſe Schneemaſſen **Lavinen**, welche oft ganze Häuſer verſchütten, und den Lauf der Flüſſe verſtopfen, ſo daß daher große Ueberſchwemmungen erfolgen.

§. 933.

Das Regen- und Schneewaſſer iſt gewöhnlich ſehr rein, und zu den meiſten chemiſchen Operationen eben ſo gut wie das deſtillirte Waſſer zu gebrauchen, nur muß es nicht von den Dächern, ſondern unterm freyen Himmel aufgefangen ſeyn. Demungeachtet iſt es aber doch nicht ganz rein, indem es immer noch einige fremdartige Theile enthält. Ja zu manchen Zeiten befindet ſich in der Atmosphäre eine ſehr große Menge fremdartiger Materien, welche durch eine ſchwache Bewegung der Luft, von der Erdfläche in die Höhe gehoben werden z. E. ſehr feiner Sand, Saamenſtaub vom Pflanzen u. d. g. daher kann es kommen, daß der Regen dergleichen ungleichartige Materien mit hernieder bringt, welche dem Waſſer einen beſondern Geſchmack, Geruch, Farbe u. d. g. geben. Was aber den ſogenannten **Blutregen** anbetrift, da ſich nämlich an den Wänden der Häuſer zuweilen rothe Flecken zeigen, ſo rühren dieſe von kleinen geflügelten Inſecten her, die dergleichen Flecken zurücklaſſen, wenn ſie auskriechen, und in einigen Jahren ſehr häufig ſind.

§. 934.

§. 934.

Seit der Mitte des ſiebenzehnten Jahrhunderts hat man auch angefangen, das Waſſer, welches jährlich in Regen, Schnee und Hagel herabfällt, mittelſt eines eigenen Werkzeuges unter dem Nahmen des Regenmaßes, Hyetometers, Ombrometers zu meſſen. Die Menge des jährlich herabfallenden Waſſers druckt man durch die Höhe aus, welche es erreichen würde, wenn das herabgefallene Waſſer ſich gleichförmig über eine Fläche verbreitet. Soll aber hierbey nur etwas zuverläßiges ſtatt finden, ſo müſſen mehrere Jahre hindurch an einerley Orte Beobachtungen darüber angeſtellet ſeyn, um die mittlere Höhe daraus zu nehmen. Folgendes Verzeichniß giebt die mittlere Höhe an, zu welcher das herabgefallene Waſſer an den verſchiedenen Orten ſteigt:

Zu Utrecht	— —	24	Rheinländ. Zoll.
— Leiden	— —	$29\frac{1}{5}$	— —
— Harlem	— —	24	— —
— Haag	— —	$27\frac{1}{2}$	— —
— Delft	— —	27	— —
— Dordrecht	— —	40	— —
— Mittelburg	— —	33	— —
Im Süderſee	— —	27	— —
Zu Harderwyk	— —	27	— —
— Paris	— —	20	Par. Zoll.
— Lion	— —	37	— —
— Siena	— —	33	— —
— Rom	— —	20	— —
— Padua	— —	$37\frac{1}{2}$	— —
— Piſa	— —	$34\frac{1}{2}$	— —
— Zürch	— —	32	— —
— Ulm	— —	$26\frac{1}{2}$	Rheinländ. Zoll
— Wittenberg	— —	$16\frac{1}{2}$	— —
— Berlin	— —	20	— —
— Lancaſter	— —	41	Londen. Zoll
— Upminſter	— —	$29\frac{1}{2}$	— —
— Plymuth	— —	30,909	— —
— Edinburg	— —	22,518	— —

— Upſal	— —	15 Schwed. Decimal. Zoll.	
— Algier	— —	27 bis 28 Londn. Zoll	
— Madera	— —	31	— —
— Charlestown	— —	51	— —

Hieraus läßt es ſich begreifen, daß es wegen der verſchiedenen Höhe des herabfallenden Waſſers an den verſchiedenen Orten ſehr groſſen Schwierigkeiten ausgeſetzet iſt, eine Mittelzahl zur allgemeinen Berechnung über die ganze Erdfläche anzunehmen.

§. 935.

VII. Von dem Glatteiſe.

Wenn nach einer langen angehaltenen Kälte gelinde Witterung einfällt, ſo bleiben die ſteinernen Mauren, das Steinpflaſter und dergleichen Körper noch eine Zeitlang kälter als die atmoſphäriſche Luft; die in der Luft zerſetzten Dünſte legen ſich nun an dieſe kalten Körper und gefrieren; dadurch entſtehet eben eine dünne Eisrinde, welche das Glatteis genennet wird. Selbſt der Regen, welcher bey der Temperatur des Aufthauungspunktes auf ſolche kältere Körper auffällt, bildet auf ſelbigen eine Eisrinde, oder das Glatteis.

§. 936.

VIII. Von dem Hagel.

Unter dem Hagel verſteht man gefrorne Waſſertheile, welche als Eisklumpen aus der Atmoſphäre herabfallen. Man glaubte ſonſt wohl, daß der Hagel ein zuſammengetriebener compakter Schnee wäre: Allein es iſt weit wahrſcheinlicher, daß er aus dem Waſſer entſtehe. Wenn nemlich dem Regen entweder bey ſeiner Entſtehung oder auch beym Herabfallen durch irgend eine Urſache die Wärme, welche ihm im tropfbaren Zuſtande nöthig war, plötzlich entzogen wird, ſo verwandelt er ſich in Eis, und fällt ſo auf die Er-

de

de herab. Wegen der ſehr ſchnellen Entziehung der Wärme haben die Waſſertheile keine Zeit ſich in regelmäßige Formen an einander zu legen; daher iſt auch die Geſtalt des Hagels ganz unregelmäßig, oft rundlich, oft platt, oft eckig u. ſ. f. ſo daß man ihn als wahre Eisklumpen betrachten kann. Die Hagelkörner ſind von verſchiedener Größe; ohne Zweifel rührt dieſe von der ſchnellern und weniger ſchnellen Entziehung der Wärme, und der größern oder geringern Aneinanderlegung der Waſſertheilchen her. Merkwürdig iſt es, daß in der Regel die Hagelwetter zugleich Donnerwetter ſind, und daß ſie gewöhnlich im Sommer bey Tage, ſelten aber bey der Nacht und im Winter erfolgen. Dies läßt ſehr wahrſcheinlich vermuthen, daß die Elektricität beym Entſtehen des Hagels ſehr wirkſam ſey. Vielleicht hat die Elektricität an der Entſtehung des Hagels nur dieſen Antheil: daß ſie die Ausdünſtung ungemein befördert, wodurch nothwendig Kälte erzeuget wird, und dadurch zur Vergrößerung des Hagels Gelegenheit giebt. Auch liegt vielleicht der Grund der ſchweren Donnerwetter mit in dem durch Erzeugung des Hagels abgeſchiedenen Wärmeſtoffe. Allein alles dies ſind nur Vermuthungen, welche noch nicht auf unläugbaren Gründen beruhen.

§. 937.

Daß im Winter gewöhnlich kein Hagelwetter ſtatt findet, hat ohne Zweifel ſeinen Grund in der Kälte der Atmoſphäre, welche nicht verſtattet, daß der aus den Waſſerdämpfen zerſetzte Nebel in tropfbare flüßige Geſtalt übergehen kann, ſondern daß er ſogleich gefriere und in Schnee verwandelt wird. Warum aber in der Nacht gewöhnlich kein Hagelwetter entſtehet, davon hat man bis jetzt noch keine wahrſcheinlichen Gründe finden können. Vielleicht

leicht iſt die Ausdünſtung bey Nachtzeit, die von der Elektricität und von den Sonnenſtrahlen entſtehet, nicht ſo ſtark, als bey Tage, wodurch alſo nothwendig die Kälte nicht ſo groß ſeyn kann, um Hagel zu bilden. Ueberhaupt bleibt die Natur dieſen Geſetzen in der Regel unterworfen, daß es im Winter ſchneye, im Sommer hagele, und in den Zwiſchenzeiten zumal im Frühlinge ein zarter Graupenhagel falle, welcher vom Schnee die Weichheit vom Hagel aber die Figur hat.

§. 938.

IX. Von den Waſſerhoſen.

Unter Waſſerhoſen, Tromben verſteht man Waſſerſäulen, welche ſich in Form eines umgekehrten Kegels oder Sprachrohrs mit einem ſehr ſtarken Geräuſch von einer Wolke gegen das Meer erſtrecken, zuweilen aber auch aus dem Meere emporſteigen, von einer Stelle zur andern fortrucken, und, wenn ſie Gegenſtände z. E. Schiffe antreffen, große Verwüſtungen anrichten. Selbſt auf dem Lande entſiehen zuweilen ſolche Wetterwirbel zumal bey ſtarken Donnerwettern, welche Staub, Sand u. d. g. mit ſchnellen Wirbeln fortbewegen.

§. 939.

Mehrentheils iſt die Waſſerhoſe inwendig hohl, und von auſſen mit einer Menge von vertheilten Waſſertheilchen umgeben, die einen Regen um ſie herum verbreiten. Das Waſſer des Meeres braußt unter ſelbiger und ſcheint ſich empor zu heben. Die Stellung derſelben iſt mehrentheils ſchief oder krummlinigt, bisweilen aber auch ſenkrecht. Man hat die Beobachtung gemacht, daß vor Entſtehung der Waſſerhoſen das Barometer, welches ſonſt zwiſchen den Wendekreiſen, da dieſe Naturerſcheinung am

meiſten angetroffen wird, nur ſehr unmerkliche Veränderungen leidet, ſehr anſehnlich tief zu ſinken anfange. Gewöhnlich zeigt ſich dabey Bliß und Donner und ein ſchwefelichter Geruch. So ſehr man auch geſuchet hat, dieſe Erſcheinung zu erklären, ſo hat man doch die eigentlichen wahren Gründe noch nicht beſtimmen können. Allem Vermuthen nach ſind hier mehrere fremdartige Materien und ſelbſt Elektricität mit im Spiele. Uebrigens bleibt es aber immer dunkel, woher die fürchterliche Wirbelbewegung oft bey der unglaublichen Windſtille entſtehe.

§. 940.

X. Vom Bliz und Donner.

Sonſt hatte man von dieſer oft fürchterlichen Erſcheinung in der Natur gar verſchiedene manchmal ſehr abgeſchmackte Meinungen. Im Jahre 1746 behauptete Winkler zuerſt eine weſentliche Uebereinſtimmung des Blitzes und Donners mit der Elektricität, der einzige Unterſchied liege bloß in der größern Stärke der Elektricität bey den Donnerwettern; kurz nachher 1747 that es Franklin in Philadelphia noch überzeugender dar, daß der Bliß bloß ein elektriſcher Funke, und die Gewittermaterie mit der elektriſchen Materie völlig einerley ſey. Noch mehr wurde die Muthmaßung Franklins zuerſt 1751 von Herrn Daliбord zu Marly-la-Villa und Herrn Delor zu Paris durch Verſuche beſtätiget. Zu eben der Zeit beſtätigte er ſeine Theorie, ohne von jenen Verſuchen etwas zu wiſſen, durch den elektriſchen Drachen, und durch ein elektriſches Glockenſpiel, indem er eine eiſerne iſolirte Stange auf ſeinem Hauſe aufrichtete, und daran zwey Glöckgen befeſtigte. Hierdurch fand er bey einem ſtarken Gewitter die Elektricität in den Wolken negativ, einandermal aber poſitiv; ja er be-

bemerkte elektriſche Erſcheinungen in der Atmoſphäre auch auſſer den Zeiten der Donnerwetter.

§. 941.

Noch mehr beſtätigten die Uebereinſtimmung der Gewittermaterie mit der elektriſchen Materie die verſchiedenen Verſuche des de Romas zu Nerac und Beccaria zu Turin. Endlich wurde ſelbſt der verdiente Profeſſ. Richmann in Petersburg am 6. Auguſt 1753 ein Opfer eines ſolchen ſtarken elektriſchen Funken, welcher aus einer Gewitterwolke in ein iſolirtes Metalldraht geleitet war. Ueberhaupt laſſen ſich die Erſcheinungen des Blitzes im Kleinen an einer Elektriſirmaſchine zeigen. Der Blitz fährt durch die Luft wie ein Zickzack, trift auf der Erdfläche die höchſten Gegenſtände am leichteſten, durchdringt und zerſchmettert die feſteſten Körper, entzündet brennbare Materien, tödtet Menſchen und Thiere, ſchmelzt Metalle im Augenblicke, und geht beſonders gern in die vollkommenſten Leiter z. E. die Metalle über.

§. 942.

Man hat durch elektriſche Drachen, durch den Condenſator und durch den Elektricitätsſammler hinlänglich und überzeugend dargethan, daß ſtets in der Atmoſphäre die Elektricität vorzüglich wirkſam ſey. Die mehreſten und zuverläßigſten Beobachtungen hierüber hat Herr von Sauſſüre angeſtellt. Er hat gefunden, daß die Elektricität der Atmoſphäre in verſchiedenen Höhen gar ſehr verſchieden, und ſelbſt an ein und dem nemlichen Orte vielen Veränderungen unterworfen iſt. Seine Beobachtungen haben ihn ferner gelehret, daß die Elektricität an den höchſten Orten am ſtärkſten ſich zeige, daß ſie bey Nebeln vorzüglich anzutreffen ſey, und immer mehr zunehme, wenn ihre Bläschen einander näher kommen. Man findet

daher auch gewöhnlich die ſtärkſte Elektricität in dichten Nebeln und in dichten dunkeln Wolken, welche ſie aber verliehren, wenn ſie ſich in Regen auflöſen. Weiter überzeugten ihn ſeine Beobachtungen, daß die Elektricität in den helleſten und heiterſten Tagen ſowohl im Sommer als Winter, am Tage und in der Nacht, an der Sonne und im Thaue poſitiv, aber einer merklichen Veränderung unterworfen ſey, indem nemlich die Elektricität der heitern Luft im Winter von der Zeit an, da der Thau völlig niedergeſchlagen iſt, bis zum Sonnenaufgange am ſchwächſten iſt, nachher aber zunimmt, und faſt immer noch vor Mittag einen gewiſſen höchſten Grad erreicht, nachher aber wieder abzunehmen ſcheinet, bis ſie bey dem Falle des Thaues oft am ſtärkſten, und hierauf ſtuffenweiſe wieder ſchwächer wird.

§. 943.

Nach dieſen Beobachtungen verſuchte man nun eine Erklärung von dem Blitze zu geben, und glaubte, die wahren Urſachen deſſelben völlig gefunden zu haben. Es theile nemlich die elektriſche Atmoſphäre die Elektricität den Wolken mit, welche alſo als iſolirte in der Luft ſchwebende Leiter betrachtet wurden, und dadurch häuffe ſich die elektriſche Materie in ſelbigen an. Käme alsdenn eine unelektriſirte Wolke jener geladenen Wolke nahe, ſo würde ſie dadurch entladen, und gebe den Blitz als elektriſchen Funken. Auch durch Vertheilung könne in den über oder neben einander ſtehenden Wolken entgegengeſetzte Elektricität erzeuget werden, und endlich durch Annäherung derſelben ein deſto ſtärkerer Blitz entſtehen. Endlich könne ſelbſt die Elektricität einer Wolke ſo ſtark angehäufet werden, daß ihre elektriſche Atmoſphäre ſich bis zur Erdfläche erſtrecke, welche die entgegengeſetzte Elektricität der Wolke

auf-

aufnehme, und bey größerer Annäherung der Wolke gegen die Erde einen Blitz in Form eines Zickzacks auf ſelbige herabſchleudere. Dieſes Blitzen der Gewitterwolken daure ſolange, bis entweder das Gleichgewicht der Elektricität völlig vorhanden ſey, oder die Wolken ſich völlig durch Regen entladet haben. So wahrſcheinlich aber auch die angeführten Gründe zur Erklärung des Blitzes ſeyn mögen, ſo ſehr ſind ſie von Herr de Luc entkräftet worden. Der bisherigen Erklärung des Blitzes ſtehet folgendes entgegen: 1. Es läßt ſich nicht begreifen, daß das Gewitter beym anhaltenden Regen noch fortdauren könne, indem die Gewitterwolken durch den herabfallenden Regen, welcher ſie mit der Erde in leitende Verbindung ſetzt, ſogleich entladet werden müßten. Ja Herr de Luc beobachtete in den Thälern der Alpen Gewitter, deren Wolken die Gipfel der Berge rund herum berührten und folglich mit ſelbigen in einer leitenden Verbindung waren, ohne ſich zu entladen. Daher können die Gewitterwolken keine elektriſirten Leiter ſeyn. 2. Iſt es unbegreiflich, daß bey Gewittern, deren Wolken eine völlige zuſammenhängende Maſſe bilden, und den Himmel als ſelbige überziehen, hier und da die Elektricität nur anhäufen ſollte, da ſie doch wegen der zuſammenhängenden Wolken in der ganzen Maſſe ſich ausbreiten und ins Gleichgewicht ſetzen müßte. Herr Reimarus hat zwar neuerlich die gewöhnlichen Gründe zur Erzeugung des Blitzes auf Beobachtungen wirklicher Wetterſchläge zurückzubringen geſucht; allein ſie heben immer die Zweifel noch nicht, welche dagegen ſtatt finden, und die eben angeführet worden ſind. Hert de Luc nimmt an, daß die elektriſche Materie erſt beym Ausbruch des Blitzes ſchnell erzeuget werde, und zwar auf eine uns noch unbekannte Weiſe; es ſey alſo noch weit gefehlt, daß wir die wahren Urſachen von der Erzeugung des

Blitzes

Blitzes kenneten. Herr Volta hält dafür, es gehe die elektriſche Materie durch Verdunſtung aus der Erde in die Atmoſphäre über, und kehre alsdenn wieder zur Erde zurück, wenn die Dünſte in Waſſer verwandelt werden. Allein Herr de Luc ſetzt dieſer Behauptung folgende aus den Beobachtungen der Lufterſcheinungen gefolgerte Gründe entgegen; bey der angenommenen Meynung des Herrn Volta müßte es immer bey ſtarken und plötzlichen Regengüſſen Donnerwetter geben, welches aber doch nicht ſey; auch müßte jeder Regen ſehr merkliche Zeichen poſitiver Elektricität geben, welches doch nicht geſchieht; ferner müßte jedes Gewitter beſtändig mit Waſſer begleitet ſeyn, welches doch nicht iſt, da es ſehr oft in Gewölken donnert, ohne daß ein einziger Tropfen Waſſer herabfällt. Daß ſich die elektriſche Materie nach der Meinung des Herrn de Luc beym Ausbruche des Blitzes ſchnell durch uns noch unbekannte Naturoperationen erzeuge, iſt daher ſehr wahrſcheinlich, weil es bey einem einzigen Gewitter eine ſo große Menge von elektriſcher Materie geben müſſe, daß es unbegreiflich wäre, wie die Atmoſphäre eine ſolche Menge enthalten könne. Wären uns die Beſtandtheile der elektriſchen Materie bekannt, ſo würden wir auch vielleicht hier gewiſſere Gründe auffinden können. M. ſ. VII. Brief des Herrn de Luc an Herrn de la Metherie über die Schwierigkeiten in der Meteorologie u. ſ. aus dem Iournal de phyſi. Août 1790. überſ. in Grens Journal der Phyſik B. IV. S. 234. u. f. J. A. H. Reimarus neuere Bemerkungen vom Blitze. Hamburg 1794. gr. 8. Volta meteorologiſche Briefe, a. d. Italien. mit Anmerk. des Herausgeb. Th. I. Leipzig 1793. 8. 6ter Brief.

§. 944.

Der Blitz folgt allemal den vollkommenſten Leitern, und dieſe ſind vorzüglich die Metalle und

die Feuchtigkeit. Wenn die Leiter dicht und ſtark genug ſind, ſo beſchädiget ſie der Bliz beym Durchgange ſo leicht nicht, wo ſie aber mit ſchlechten Leitern, als Holz, Stein u. d. g. verbunden ſind, da zündet er oder durchbohrt und zerſchmettert. Kleine dünne Stücken von Metall ſchmelzt er, oder vernichtet er ganz; ſo ſchmelzt er zuweilen die Degenklinge in der Scheide, Nadeln in einer Büchſe, Schnallen in den Schuhen u. ſ. f. Weil die Luft ein unvollkommener Leiter iſt, ſo geht der Bliz nicht als ein Feuerklumpen durch ſelbige, wie es wahrſcheinlich ſeyn ſollte, ſondern in Geſtalt eines geſchlängelten Strahles. Vorzüglich trift er, wie es auch natürlich iſt, hervorragende Gegenſtände auf der Erdoberfläche; zulezt aber iſt das Ziel deſſelben die feuchte Erde oder das Waſſer, wo er ſeine völlige Kraft wegen der Leitung verliehret. Jedoch trift der Bliz nicht allemal die Erde, ſondern verliehrt ſich ſogleich in der Luft.

§. 945.

Selbſt Menſchen und Thiere trift der Bliz vorzüglich leicht, wenn ſie im Freyen die einzigen hervorragenden Gegenſtände, oder auch ſonſt der Bahn deſſelben im Wege ſind. So werden oft Menſchen erſchlagen unter den Bäumen, hinter einem Getreidehaufen, an der Wand eines Gebäudes u. d. g. Sorgfältig angeſtellte Beobachtungen bey den vom Blitze getödteten Menſchen ſcheinen dieſen Satz zu beſtätigen, daß der Strahl blos an der Oberfläche des thieriſchen Körpers herabfahre und mehrentheils nur durch Erſchütterung der Nerven eine Betäubung oder den Tod verurſache. Die Knochen ſolcher vom Bliz getroffenen Perſonen findet man nie durchbohrt oder zerſchmettert wie beym Holze, und die äuſſern Theile haben immer mehr als die inne-

inneren gelitten; ſelbſt die Adern hat man nie zerriſſen oder vom Blute leer gefunden. Es iſt daher wahrſcheinlich, daß viele vom Blitz getroffene Perſonen bey ſchleuniger Anwendung zweckmäßiger Hülfsmittel wieder zum Leben gebracht werden können. Wenn der Blitz auf ſchlechtleitende Körper ſtößt, ſo zerſchmettert er ſelbige und ſpringt auf beſſer leitende über. Wird er bey ſeiner Leitung irgendwo unterbrochen, ſo verurſachet er eine Explosion, deren Stärke von dem Umfange des nichtleitenden Körpers oder von der Stärke des Blitzes abhängt. Bey dieſen Explosionen entſteht eben das Entzünden der entzündlichen Körper. Die durch den Blitz erregte Flamme iſt mit dem gewöhnlichen Feuer einerley, und nicht ſchwerer wie dieſes zu löſchen.

§. 946.

Das Läuten der Glocken und das Abfeuern des Geſchützes werden jetzt allgemein als fruchtloſe Mittel gegen die Wirkung des Blitzes erkennt. Nach den Erfahrungen des Herrn Volta ſollen große auf Bergen angezündete Feuer die beſten Mittel ſeyn, den Blitz abzuhalten. Die Größe der Gefahr bey nahen Donnerwettern läßt ſich vorzüglich aus dem Steigen des Barometers beurtheilen. Sobald ſich nemlich ein Gewitter dem Orte nähert, wo ein Barometer ſich befindet, ſo fängt das Queckſilber zu ſteigen an. Je näher das Gewitter dem Zenith des Beobachters kommt, deſto mehr wird auch das Queckſilber in der Röhre ſteigen, aber umgekehrt wieder fallen, wenn es ſich vom Zenithe des Beobachters wieder entfernet. In die Keller dringt der Blitz ſelten; allein der Aufenthalt in ſelbigen iſt verſchiedener anderer Umſtände wegen gefährlich. Befindet man ſich in einem Gebäude, ſo muß man ſolche Stellen vermeiden, wo Metall mit andern Körpern verbunden iſt; vorzüglich entferne

ferne man ſich von den Wänden, Schorſteinen, Oefen, eiſernen Gittern u. d. g. und begebe ſich in die Mitte geräumiger Zimmer im unterſten Stock, am beſten auf Matratzen ſtehend, oder auf einem trockenen Stuhle ſitzend. Auf dem Felde hält man ſich am ſicherſten etwa 15 bis 20 Schritte von einem Baume entfernet auf, oder, wenn keiner vorhanden ſeyn ſollte, legt man ſich lieber auf die Erde, als zu ſitzen oder zu ſtehen. Iſt man in offenen Wägen oder zu Pferde, ſo iſt es ſicherer, von ſelbigen abzuſteigen, und ſich einige Schritte davon zu entfernen. Es iſt ein Vorurtheil, wenn man glaubt, daß die Zugluft den Blitz herbeylocke. M. ſ. C. G. von Zengen über das Läuten beym Gewitter, beſonders in Hinſicht der deshalb zu treffenden Polizeyverfügungen. Gießen 1791. 8. Guden von der Sicherheit wider die Donnerſtrahlen. Gött. u. Gotha 1774. 8. Tetens über die beſte Sicherung ſeiner Perſon bey einem Gewitter. Bützow und Wismar 1774. 8.

§. 947.

Eins der ſicherſten Mittel, Gebäude, Schiffe und andere hohe Gegenſtände für die Wirkungen des Blitzes zu ſichern, ſind die Blitzableiter oder Wetterſtangen, welche zu dieſem Zwecke von Franklin zuerſt ſind gebrauchet worden. Er gründete die Theorie der Blitzableiter auf den Satz, daß eine ununterbrochene metalliſche Leitung von genugſamer Stärke den Blitz oder die elektriſche Materie ohne Beſchädigung anderer Körper bis an ihr Ende herabführe. Hierbey kommt es alſo ganz darauf an, daß der Blitzableiter eine ſolche Anordnung erhalte, daß ihn der Blitz eher als andere Stellen des Gebäudes, welches er beſchützen ſoll, treffe, und daß er zuletzt in einen Ort übergehe, wo die elektriſche Materie zertheilt werde, und weiter keine verwüſtenden Wirkungen hervorzubringen

im Stande iſt. Es muß demnach der Blitzableiter über die höchſten Stellen des Gebäudes hervorragen, ununterbrochen fortgehen, und ſich zuletzt in der feuchten Erde, oder noch beſſer in Waſſer oder in einem tiefen Brunnen endigen, weil die feuchte Erde oder das Waſſer ein vorzüglicher Leiter der elektriſchen Materie iſt. Durch einen ſolchen Blitzableiter würde nun zwar, welches die Hauptabſicht iſt, das Gebäude für Beſchädigungen geſichert, aber das Einſchlagen des Blitzes nicht vermieden. Nach den neueſten Erfahrungen wird ein Blitzableiter am ſicherſten ſo angeleget, daß über den ganzen Forſt des Daches, auch über die Schorſteine und überhaupt über alle hervorragende Ecken eine zuſammenhängende Metallleitung geführt werde. Hierbey ſind die Auffangungsſtangen, welche ſonſt und auch noch jetzt ſo gewöhnlich ſind, ganz entbehrlich, weil überhaupt dieſe, wenn nicht alle Ecken des Gebäudes mit einer zuſammenhängenden Metallleitung unter einander verbunden ſind, nur auf eine Weite von 40 bis 50 Fuß ſchützen. Zu der metalliſchen Ableitung dienen am beſten Kupferſtreifen von etwa 2 Zoll Breite oder ſtatt deſſen auch Bleyſtreifen von 3 Zoll Breite, welche man ſehr leicht mit ihren Rändern auf Holz nageln, und auf dem Dachrücken befeſtigen laſſen kann. M. ſ. Reimarus neuere Bemerkungen vom Blitze, deſſen Bahn, Wirkung, ſichere und bequemere Ableitung. Hamburg 1794. 8. Buſſe Beruhigung über die neuen Wetterleiter. Leipzig 1791. 8.

§. 948.

Weil die metalliſchen Spitzen die Eigenſchaft haben, die elektriſche Materie allmählig einzuſaugen, ſo gieng Franklin noch weiter, und glaubte, daß ein hervorragender zugeſpitzter Leiter nicht allein die elektriſche Materie von dem Gebäude ableiten, ſon-

dern auch ſelbſt das Vermögen beſitze, die Electricität der herannahenden elektriſchen Wolken nach und nach aufzunehmen, und dadurch ſelbſt einen Schlag zu vermeiden. Da es aber ſehr zweifelhaft iſt, ob die Gewitterwolken mit der elektriſchen Materie gleichſam als geladene Conduktoren zu betrachten ſind, ſondern vielmehr mit weit größerer Wahrſcheinlichkeit die elektriſche Materie beym Blitze erſt erzeuget werde, ſo iſt es leicht zu begreifen, daß dergleichen hervorragende zugeſpitzte Leiter weiter keinen Nutzen haben.

§. 949.

Nach dem Blitze erfolgt gewöhnlich ein **Donner**, welcher von der Erſchütterung der Luft herrühret, und als ein elektriſcher Knall, ſo wie bey jeder verſtärkten Elektricität wahrgenommen wird, zu betrachten iſt, indem die Luft als ein ſchlechtleitender Körper eine Exploſion des Blitzes veranlaßt. Allein das Rollen dabey, welches oftmals anfänglich ſchwach, hernach wieder ſtärker und ſo abwechſelnd noch eine Zeitlang anhält, iſt ein Phänomen, welches man bis jetzt noch nicht hat erklären können. Gegen die gewöhnlichen Erklärungen hat Herr **de Luc** wichtige Gegengründe aufgeſtellt, und ſie alle für unzureichend gefunden. Er vermuthet vielmehr, daß das Rollen von der Urſache herrühre, aus welcher ſich in den Wolken die elektriſche Materie erzeuge; jedoch werde es von dieſer Materie ſelbſt nicht hervorgebracht. M. ſ. **de Luc** 7ten Brief an Herrn **de la Metherie** in **Grens** Journal der Phyſik. B. IV. S. 287. §. 23.

§. 950.

XI. Vom Wetterleuchten.

Das Wetterleuchten iſt eine Art von Blitz, welcher aber nicht wie beym eigentlichen Blitz der Donnerwetter aus einem geſchlängelten Strahl, ſondern blos

blos aus einem hellen ausgebreiteten ſogleich wieder verſchwindenden Schein beſtehet, den gar kein Donner oder Knall begleitet. Der gemeine Mann pflegt bey dieſer Erſcheinung zu ſagen: das Wetter kühle ſich ab. Es iſt dieſes Wetterleuchten an einigen Orten innerhalb der Wendekreiſe eine eben ſo gewöhnliche Erſcheinung, als das Nordlicht innerhalb des nördlichen Polarkreiſes. Ob aber ſelbiges eine elektriſche Erſcheinung, oder eine Entzündung brennbarer Luft in den obern Gegenden ſey, das iſt bis jetzt noch nicht entſchieden. **Reimarus** hält es für eine elektriſche Erſcheinung.

§. 951.

XII. Von dem Wetterlichte.

Unter **Wetterlichter**, **St. Elmusfeuer**, **Helenenfeuer**, oder wie es die Alten nennten, **Caſtor und Pollux** verſteht man ein Licht, welches in der Luft an den erhabenen Körpern vorzüglich Metallen bemerket wird. Dieſes Phänomen findet nicht allein, wie gewöhnlich angenommen wird, bey einer Gewitterluft, ſondern auch nach den neueſten Erfahrungen im Winter ſtatt. Es ereignet ſich vornemlich an den Spitzen der Maſtbäume, hoher Thürme u. d. g. Allem Vermuthen nach iſt dieſe Erſcheinung elektriſchen Urſprungs. M. ſ. **Reimarus** neuere Bemerkungen vom Blitze. **Lichtenbergs** Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſch. B. VIII. 4tes Stück. S. 158.

§. 952.

XIII. Vom Nordlichte.

Das **Nordlicht**, der **Nordſchein** iſt ein feuriges Phänomen, welches ſich in den kältern Gegenden in Norden am Horizonte ſehen läßt, und aus einem ſtarken oft hochrothen Lichte beſteht, woraus helle Lichtſtrahlen herauffahren, welche zuweilen bis an das Zenith reichen, zuweilen aber auch noch weiter

nach Süden gehen. Die Nordlichter nehmen gewöhnlich ihren Anfang gleich nach Sonnenuntergang oder doch wenigſtens nicht lange darnach, ſelten entſtehen ſie nach Mitternacht oder des Morgens; ſie dauren aber oft eine kurze Zeit, oft aber auch die ganze Nacht hindurch oder mehrere Nächte nach einander. Zuerſt erblickt man gegen Mitternacht einen dunkeln Nebel, welcher die Geſtalt eines Segmentes von einem Kreiſe annimmt, deſſen Bogen mit einem weißlichten Lichte ſchimmert, ſo wie man oft bey neblichten Himmel um den Mond dergleichen helle Kreiſe ſiehet; oft erblickt man auch mehrere dergleichen concentriſche Bogen, durch deren Zwiſchenräume man das dunkele gewahr wird. Aus dieſem dunkeln Nebel ſteigen Lichtſtreifen von verſchiedener Farbe hervor, welche oft plötzlich wieder vergehen, oft aber nur allmählig abnehmen, ſo daß man in ihnen keine beſtändige Bewegung wahrnimmt. Die ganze Erſcheinung wird nach und nach immer heller, und es verbreitet ſich eine helle zitternde Lichtmaße, wobey das Herauffahren der hellen Lichtſtreifen häufiger wird. Dieſe Strahlen zertheilen ſich oft in helle Wölkgen, und bilden zuweilen im Zenith, zuweilen aber auch in einer Entfernung von ihm ſo zu ſagen Kuppel, welche mit den ſchönſten rothen, blauen und grünen Farben ſpielen.

§. 953.

Die Meinungen der Naturforſcher über dieſes merkwürdige Phänomen, welches ſich in manchen Jahren wenig, in andern aber ſehr häufig zeiget, ſind ſehr verſchieden. Man hielt es anfänglich für phosphoriſche Dünſte, welche aus der Erde in die Atmoſphäre aufſteigen, und das Leuchten verurſachen; aber ſchwerlich können dieſe Dünſte ſo hoch in der Atmoſphäre aufſteigen, als das Nordlicht wirklich iſt. Einige glauben, es ſey das Nordlicht eine bloße optiſche Erſchei-

ſcheinung, welche vom Lichte herrühret, das die Schneewolken und Eisberge am Nordpol in der Luft von der Sonne und von dem Monde reflektirten; aber auch dieſe Erklärung iſt ſehr vielen Zweifeln unterworfen und gar nicht wahrſcheinlich. Noch andre glauben, es entſtehe dieſes Phänomen aus einer jähling abwechſelnden Bindung und Entbindung des Licht- und Wärmeſtoffs, oder aus einer augenblicklichen Zerſetzung und gleich darauf folgenden Zuſammenſetzung des Licht- und Wärmeſtoffs in den höhern Gegenden der Atmoſphäre. Unter allen Erklärungen, ſo viele man auch verſuchet hat, ſcheint keine am wahrſcheinlichſten zu ſeyn, als diejenige, welche die Hauptquelle des Lichtes, woraus die Atmoſphäre die Erſcheinungen der aufſchießenden Strahlen bildet, in ſtark elektriſirten Nebeln und Wolken ſetzt. Vorzüglich beweiſet dies die ſtarke Elektricität, welche oft bey Nordlichtern in der Atmoſphäre beobachtet wird, und das Geräuſch oder Knallen, welches abſonderlich in den kältern Gegenden, wo dieſe Nordlichter ſich ereignen, in der Luft gehöret wird. M. ſ. Hube über die Ausdünſtung. Leipzig 1790. gr. 8. S. 298. u. f. deſſelben faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. I. 60ter Brief.

§. 954.

XIV. Von dem Zodiakallichte.

Zuweilen erblickt man bey heiterer Witterung kurz nach dem Untergange oder vor dem Aufgange der Sonne einen bloßen langen und ſchmalen Lichtſtreifen in Weſten und in Oſten, welcher gegen den Horizont ſchief aufſtehet, und etwas nach Süden zu abweichet. Es ſcheint dieſes Licht mit dem Nordlichte eine Aehnlichkeit zu haben, indem es eben die Veränderungen in Anſehung der ſchieſſenden Lichtſtreifen und des zitternden Lichtes zeiget, als das Nordlicht. Ja es

verwandelt ſich oft in ein Nordlicht. Gewöhnlich ſieht man das Zodiakallicht nur im Frühjahr und Herbſt, in einigen Jahren bemerkt man es gar nicht, in andern aber häufiger und gewöhnlich ſtärker des Abends als des Morgens.

§. 955.

XV. Von den Feuerkugeln.

Unter dieſem Luftmeteor verſteht man eine groſse feurige Kugel, welche ſich oft ſchnell, oft langſam durch die Luft bewegt. Oft hat ſie wie die Kometen einen feurigen Schweif, der ſich zuletzt in eine Spitze endiget. Dergleichen mit einem Schweiſe begleiteten Feuerkugeln nennt man auch fliegende Drachen. Ihre Gröſse iſt ſehr verſchieden, gewöhnlich ſind ſie beträchtlich groß. Aus ſorgfältig angeſtellten Beobachtungen hat Herr D. Chladni folgende Geſetze hergeleitet. 1. Die Bahn, welche ſie in der Luft nehmen, ſcheint paraboliſch zu ſeyn; gegen den Horizont fallen ſie unter beträchtlichen Winkeln, und es muß daher auſſer der Anziehung der Erde noch eine andere Kraft auf ſie wirken, 2. ihre Geſtalt iſt anfänglich einem hellen Sterne ähnlich, nach und nach vergrößern ſie ſich aber, und bey Annäherung gegen die Erde wird ihr Durchmeſſer dem ſcheinbaren Durchmeſſer des Mondes gleich, oft noch größer, 3. Ihr Licht iſt ſtärker als das Mondenlicht, iſt aber flimmernd, und beweiſet einen brennenden Zuſtand 4. ihre ſenkrechten Höhen von der Erde ſind meiſtens beträchtlich, 5. Zuletzt zerſpringen ſie mit einem heftigen Getöſe, und dabey will man einen ſchwach leichtenden Nebel bemerket haben. 6. Die wahren Durchmeſſer hat man oft auf 500 Toiſen geſchätzt. 7. Die Erſcheinung ſelbſt hat von 16 Stunden bis auf etliche Minuten gedauret. 8. Die Geſchwindigkeit ihrer Bewegung iſt bisweilen der Geſchwindigkeit der Erde gleich gekommen.

§. 956.

§. 956.

Die Urſache von der Entſtehung der Feuerkugeln hat man bisher noch nicht befriedigend darthun können. Herr Chladni hat aus den im vorigen §. angegebenen Geſetzen gefolgert, es müſſe der Stoff der Feuerkugeln ziemlich dicht und ſchwer ſeyn, weil er ſo ſichtbare Wirkungen der Schwere zeige, und ſeiner ſchnellen Bewegung ungeachtet in der Luft nicht zerſtreuet werde. Solche dichte Stoffe könnten ſich aber weder in der Atmosphäre anhäuffen noch durch bekannte irdiſche Kräfte ſo weit erhoben werden, und eine ſo ſchnelle Wurfbewegung erhalten; daher müßten dieſe Stoffe im übrigen Weltraume ſchon vorhanden geweſen ſeyn. Nach ihm ſind alſo im Weltraume grobe Materien, welche mit den größern Weltkörpern nicht in Berührung ſind, zerſtreuet. Kommen nun dergleichen Materien in die Atmosphäre unſerer Erde, ſo muß nothwendig durch ihre äuſſerſt ſchnelle Bewegung, welche von der Anziehung der Erde noch mehr beſchleuniget wird, wegen des heftigen Reibens in der Atmosphäre eine ſehr ſtarke Hitze in ihnen erreget werden, wodurch ſie in einen brennenden und geſchmolzenen Zuſtand gerathen, welcher eine Menge Dünſte und Luftarten in ihnen entwickelt. Dieſe Theorie gründet er vorzüglich auf die Beobachtung, daß unter donnerähnlichen Getöſe aus der Luft eiſenhaltige Maſſen auf die Erde niedergefallen ſind. Allein auch dieſe Theorie von den Feuerkugeln iſt ſehr vielen Zweifeln ausgeſetzet. Es ſcheint alſo bis jetzt die Urſache von der Entſtehung der Feuerkugeln, und woraus ſie beſtehen, noch nicht bekannt zu ſeyn. M. ſ. D. Chladni über den Urſprung der von Pallas gefundenen, und anderer ihr ähnlichen, Eiſenmaſſen. Leipzig 1794. 4.

§. 957.

XVI. Von den Sternſchnuppen.

Man ſiehet zur Nachtzeit bey heiterm Himmel kleine leuchtende Körper wie kleine Sterne durch die Atmosphäre ſchießen, welche bald wieder verſchwinden oder auf die Erde zu fallen ſcheinen. Man heißt ſie gemeiniglich Sternſchnuppen. An manchem Abend beobachtet man dergleichen Sternſchnuppen in Menge, an manchen aber wenige oder gar keine. Die Sternſchnuppen ſcheinen von den Feuerkugeln nur in Anſehung der Größe von einander verſchieden zu ſeyn. Herr Chladni glaubt daher, die Sternſchnuppen entſtehen eben ſo wie die Feuerkugeln. Andere halten dieſes Meteor für Entzündungen brennbarer vielleicht phosphoriſcher Luftarten in den höhern Gegenden der Atmosphäre. Die meiſten erklären die Sternſchnuppen für Wirkungen ölichter oder fetter Dünſte im Luftkreiſe, welche ſich entweder entzünden oder nur leuchten. Die neuere Chemie hält ſie für gephosphortes Waſſerſtoffgas, welches ſich in der Luft ſelbſt entzündet.

§. 958.

XVII. Von den Irrwiſchen, Irrlichtern.

Man verſteht unter Irrwiſchen Lichter oder Flammen von verſchiedener Größe, welche man nahe am Boden vorzüglich über ſumpfigten Oertern, Moräſten, Kirchhöfen, Schindangern u. d. g. zur Nachtzeit in der Luft ſchweben ſieht. Dergleichen Lichtflammen nimmt man an ſolchen Oertern bald an dieſer bald an jener Stelle gewahr, und es ſcheint daher, als ob ſie von dem einem Orte zum andern forthüpften. Dies vorzüglich gab Anlaß zu dem Mährchen, daß ſie denjenigen, der ſie flöhe verfolgten, denjenigen aber, der ſie verfolgte, flöhen; ingleichen, daß ſie ſich

von

von demjenigen, welcher flüchte, entfernten, demjenigen aber, welcher betete, näherten. Man hat auch hier den Stoff, woraus ſie beſtehen, noch nicht entdecken können. Man hält ſie gemeiniglich für Entzündungen, oder Leuchten phosphoriſcher Luftarten und Dünſte. Nach der neuern Chemie betrachtet man ſie als gephosphortes Waſſerſtoffgas, welches aus faulenden thieriſchen und vegetabiliſchen Theilen entwickelt wird.

§. 959.

XVIII. Von den Regenbogen.

Dieſes glänzende Meteor entſtehet, wenn es aus einer dunkeln Wolke regnet, und die Sonne dagegen ſcheinet. Befindet ſich der Beobachter zwiſchen der regnenden dunkeln Wolke und der Sonne, ſo erblickt er eben in der dunkeln Wolke einen bunten Bogen, oder doch wenigſtens ein Stück davon, an welchem ſich die Hauptfarben des dreyſeitigen gläſernen Prisma befinden, ſo daß ſich die rothe Farbe nach außen, die violette aber nach innen zeiget. An dieſem Hauptregenbogen gränzt gewöhnlich noch ein zweyter über demſelben, welcher die nämlichen Farben aber in umgekehrter Ordnung und viel ſchwächer beſitzet. Es läßt ſich die Entſtehung dieſes Regenbogens völlig aus der Brechung der Sonnenſtrahlen in den Waſſertropfen der dunkeln Wolke erklären, indem in dieſen das weiſe Licht zerſtreuet, und die gefärbten Lichtſtrahlen abgeſondert ins Auge kommen.

§. 960.

Damit die in Regentropfen reflektirten und abgeſonderten Farbenſtrahlen unſer Auge treffen ſollen, müſſen nothwendig die Sonnenſtrahlen mit der Geſichtslinie, welche in die Tropfen fallen, einen beſtimmten

ten Winkel machen. Wenn ein Sonnenſtrahl auf einen Regentropfen ſchief auffällt, ſo wird er in ſelbigen gegen das Perpendikel gebrochen, in dieſer Lage geht er in der hintern Fläche des Tropfens theils hindurch, theils wird er aber auch nach der äuſſern Fläche reflektiret, oder erleidet auch wohl im Tropfen eine doppelte Reflexion; dieſer Strahl wird beym Ausgange aus dem Tropfen nicht allein von dem Perpendikel wegwärts gebrochen, ſondern auch wie beym dreyſeitigen gläſernen Prisma in die ſieben Grundfarben vertheilet. Aus der Lehre von den Farben erhellet nun, daß dieſe einfachen einfarbigten Strahlen mit dem einfallenden Strahle nicht einerley Winkel machen (§. 515.); der rothe Strahl wird nämlich am wenigſten, der orangefarbene ſtärker, der hellgelbe noch ſtärker u. ſ. f. und der violette am ſtärkſten gebrochen. Nach Newton beträgt der Winkel, welchen der einfallende Sonnenſtrahl und der einfach zurückgeworfene rothe Strahl machen, 42° 2', und der einfach violette zurückgeworfene Strahl mit dem einfallenden Sonnenſtrahl 40° 17'; die Winkel der übrigen Grundfarben, deren zurückgeworfener Strahl mit dem einfallenden Sonnenſtrahle gebildet wird, nähern ſich jenem oder dieſem, nachdem die Farben der rothen oder der violetten am nächſten liegen. Der zweymal reflektirte rothe Strahl macht dem einfallenden Sonnenſtrahle einen Winkel von 50° 57', und der violette einen Winkel von 54° 7'.

§. 961.

Hieraus läßt ſich die Erſcheinung des Regenbogens ſehr leicht erklären. Hat nämlich das Auge die Lage, daß es gerade in die Regenwolke ſiehet, wenn die Sonne hinter ſelbigem ſich befindet, ſo kommen unzählige Strahlen nach den aus der Wolke fallenden Regen, welche alle unter ſich parallel angenommen wer-

werden können. Geſetzt alſo nun, es falle ein Strahl auf einen Tropfen, ſo wird dieſer in ſelbigem nach dem Perpendikel zu gebrochen, und auf die hintere Fläche deſſelben kommen. Ein Theil vom Lichte wird durch die hintere Fläche des Tropfens durchgehen, ein anderer Theil aber zurückgeworfen, und beym Ausgange aus dem Tropfen in die ſieben einfachen Farben zertheilet werden. Kommt nun ein ſolcher einfacher farbigter Strahl ins Auge, ſo daß er mit dem Sonnenſtrahle den Winkel 42° 2' macht, ſo hat es die Empfindung von der rothen Farbe; die übrigen einfachen gefärbten Strahlen können wegen der Divergenz bey der nämlichen Lage des Auges nicht in ſelbiges gelangen. Man ſetze ferner einen andern Tropfen, in welchem ein Sonnenſtrahl fällt, welcher ebenfals in ſelbigen gebrochen und beym Herausgehen in die ſieben Grundfarben zerſpalten wird, ſo wird auch nur ein einziger farbiger Strahl ins Auge kommen können, weil die übrigen auseinanderfahrend ſind; machte nun dieſer Strahl mit dem Sonnenſtrahl den Winkel 40° 17', ſo empfindet das Auge die violette Farbe; die übrigen Farben werden nun eben ſo von den Tropfen, welche zwiſchen jenen beyden ſich befinden, reflektiret, und von dem Auge empfunden. Weil aber die dunkle Wolke gewöhnlich vom Auge weiter entfernt iſt, als der Halbmeſſer der Geſichtsgränze beträgt, ſo müſſen nothwendig alle Farben des Regenbogens, ſo weit nämlich der Regen gehet, als Kreisbogen vom Auge geſehen werden. Demnach iſt der Regenbogen ſelbſt als ein Streifen oder als ein Ring von der Grundfläche eines geraden Kegels zu betrachten, deſſen Spitze der Mittelpunkt des Auges iſt. Der Mittelpunkt des Regenbogens, das Auge und die Sonne ſind beſtändig in einer geraden Linie. Daraus iſt alſo klar, daß ein jeder Beobachter ſeinen eigenen Regenbogen wahrnimmt. Es iſt hier angenommen, daß

die

die Sonnenſtrahlen in den Regentropfen nur einmal reflektiret werden, und eben daher entſtehet der Hauptregenbogen, allein es fallen auch Sonnenſtrahlen auf die Regentropfen ſo auf, daß ſie eine doppelte Reflexion erleiden, ehe ſie ins Auge kommen, dadurch muß aber nothwendig ihr Licht geſchwächt und die Farben in umgekehrter Ordnung dem Auge vorkommen, wodurch eben der Nebenregenbogen entſtehet.

§. 962.

Weil die Sonne, das Auge des Beobachters und der Mittelpunkt des Regensbogens in einerley geraden Linien liegt, ſo folgt, daß der Mittelpunkt des Regenbogens gerade ſo tief unter dem Horizonte des Beobachters liegt, als die Höhe der Sonne über dem Horizont beträgt. Es folgt alſo hieraus natürlicher Weiſe, daß der Beobachter ein deſto kleineres Stück vom Regenbogen ſehen könne, je höher die Sonne über dem Horizont ſich befindet. Beträgt die Höhe der Sonne über dem Horizont 42° und darüber, ſo würde der Beobachter den Hauptregenbogen gar nicht mehr ſehen; eben ſo würde er auch den Nebenregenbogen nicht mehr wahrnehmen können, wenn die Höhe der Sonne über dem Horizont 45° und drüber beträgt. Fiel im Gegentheil die Sonne gerade in den Horizont des Beobachters, ſo würde dieſer nun die Hälfte des Regenbogens überſehen können. Wäre es nun möglich, daß die Sonne ihre Strahlen in eine dunkele Regenwolke über den Horizont ſenden könnte, wenn ſie 42° tief unter ſelbigem ſich befänd, ſo würde der Beobachter den ganzen Ring des Regenbogens beobachten, wie ihn der Graf **Mirandola** geſehen haben will.

§. 963.

Sollte es an irgend einer Stelle der dunkeln Wolke nicht regnen, ſo wird auch daſelbſt der Regenbogen unterbrochen, und der Beobachter kann nun nur ein Stück nicht den ganzen Regenbogen ſehen. Ein ſolches Stück wird gemeiniglich eine Regengalle genennt. Aus dem bereits angeführten erhellet noch zur Genüge, daß wir bey uns keinen Regenbogen gegen Süden erblicken können, und daß der Regenbogen deſto hellere Farben beſitze, je dunkeler die Wolke iſt. M. ſ. *Ioh. Chriſt. Sturmii* diſſert. ſub titulo: θαυμαντιαδος θαυμάσια ſ. Iridis admiranda Norib. 1699.

§. 964.

XIX. Von den Sonnen- und Mond-Höfen.

Man beobachtet zu gewiſſen Zeiten um die Sonne und um den Mond Kreiſe oder Ringe, welche bald weiß, bald wie Regenbogen gefärbt ſind. Vom Winde werden ſie zerſtreuet und an denjenigen Oertern, welche nur einige Meilen von einander liegen, nicht zugleich geſehen. Dies leitet ſchon auf die Vermuthung, daß die Urſache ihrer Entſtehung nicht hoch im Luftkreiſe liegen müſſe. Aller Wahrſcheinlichkeit nach haben ſie ihren Grund in der Zurückwerfung, Brechung, Zerſtreuung und Beugung des Lichtes in den wäßrigen Dünſten unſerer Atmosphäre. Herr Hube leitet ihre Entſtehung ganz allein aus der Beugung des Lichts zwiſchen den Dunſtbläschen her.

§. 965.

XX. Von den Nebenſonnen und Nebenmonden.

Man verſtehet hierunter Bilder der Sonne oder des Mondes, welche ſich bisweilen auſſer der wahren Sonne und dem wahren Monde am Himmel zeigen. Sie ſind gewöhnlich mit weißen oder farbigen Streifen begleitet. Den Grund von ihrer Entſtehung hat man bis jetzt noch nicht wahrſcheinlich auffinden können. Einige vermuthen, daß in der Luft ſchwebende vertikale Eisnadeln irgendwo angehäuft würden, und wegen ihrer Glätte dadurch gleichſam wie ein Spiegel wirkten. Hätte nun das Auge des Beobachters eine ſolche Lage, daß die auf dieſe zuſammengedrängten Eisnadeln reflektirten Sonnenſtrahlen in ſelbiges kommen könnten, ſo würde es auch das Bild der Sonne folglich eine Nebenſonne empfinden. M. ſ. Hube vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre B. II. S. 548. 69. Brief.

§. 966.

XXI. Von der Abend- und Morgenröthe.

Unter der **Morgenröthe** (aurora) verſteht man die Röthe, welche man des Morgens zur Zeit des Sonnenaufganges an den Wolken oder am Himmel erblicket. Beym Sonnenuntergang nimmt man ebenfalls dieſe Röthe oftmals noch lebhafter gewahr, und dann heißt ſie die **Abendröthe**. Dieſe Röthe hat keine andere Urſache, als dieſe: daß die auf die Wolken oder auf die Dünſte der Atmosphäre fallenden Sonnenſtrahlen ſo reflektiret werden, daß nur die rothen allein in unſer Auge kommen können.

§. 967.

XXII. Etwas von der Entſtehung und Bildung der Erde.

Von der Entſtehung und Bildung der Erde hat man von jeher ſehr verſchiedene Meinungen geheget. Viele von den Alten ſtellten ſich unſere Erde als ein Chaos vor, welches durch die Einwirkung der Elemente zertheilt wäre, und alles dadurch ſeine gehörige Beſtimmung erhalten hätte. Andere glaubten, es ſey vor Erſchaffung der Welt ein harter Klumpen dagewesen, welchen der Schöpfer zerſchlagen, und alle dieſe zerſchlagene Theile in Bewegung geſetzt hätte, und hieraus ſollen die Sonne, Fixſterne, Planeten und Kometen entſtanden ſeyn. Noch andere ſind der Meynung, unſere Erde ſey ein flüſſiges Chaos von allerley Materien geweſen; die ſchwerern Materien ſeyn geſunken und haben den Kern der Erde veranlaßt, und die leichtern haben die Luft gebildet. Ferner halten einige dafür, unſere Erde ſey vor der Umbildung ein Komet geweſen, welchen der Schöpfer eine andere Laufbahn angewieſen hätte; dadurch hätten ſich aber die ſchwerern Theile des Schweifes gegen den Kern geſenket, und überhaupt, Erde, Waſſer und Luft gebildet. Andere glauben, unſere Erde ſey aus einem ausgebrannten und geſchmolzenen Körper entſtanden; nachdem Verlöſchen habe ſich das Licht abgeſondert, die verglasten Schlacken machen die Erdrinde aus, und nach dem Erkalten der Oberfläche ſeyn die Dünſte aus der Atmosphäre herabgefallen, und dadurch die Oberfläche mit Waſſer bedeckt.

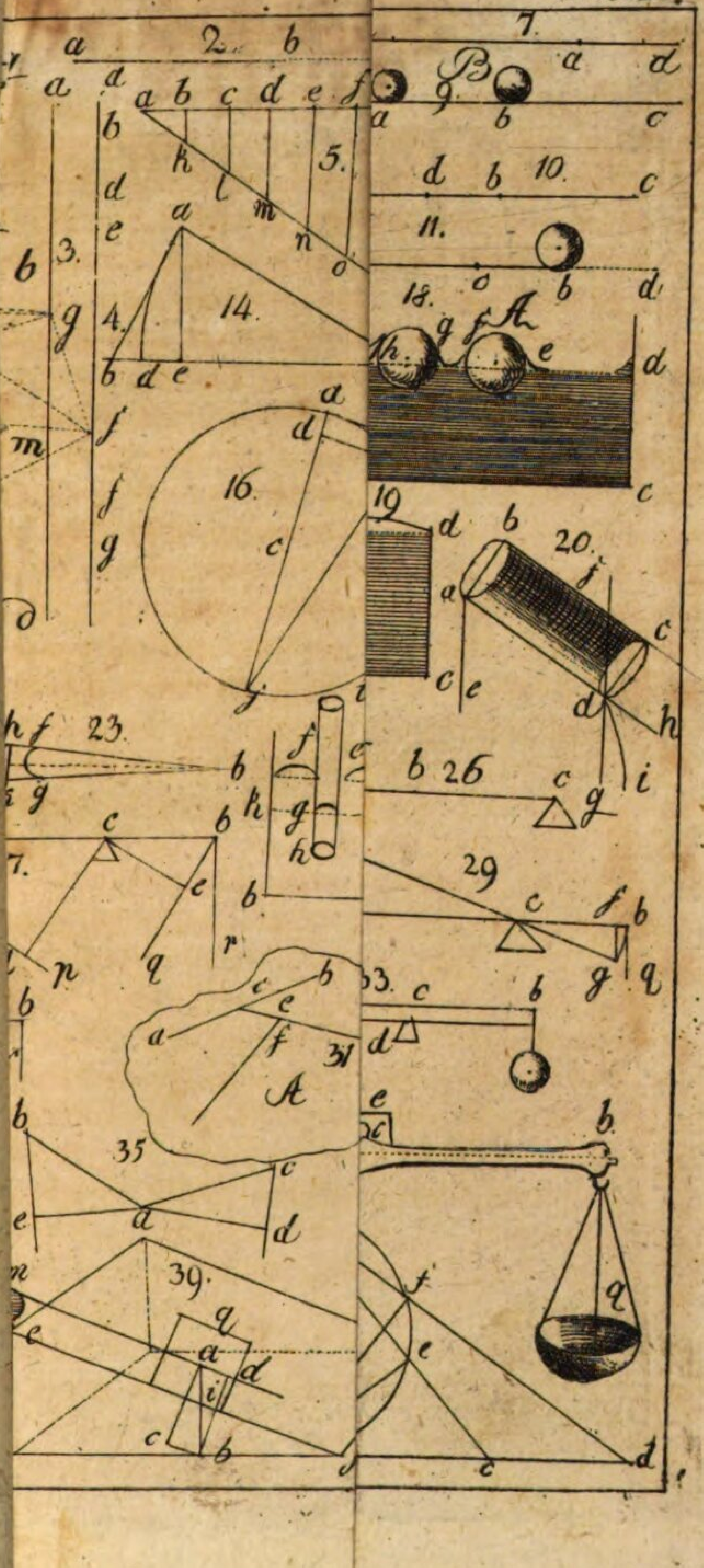
§. 968.

Alle dieſe Hypotheſen von Entſtehung der Erde, und noch weit mehrere, welche hier vollſtändig anzuführen ganz meiner Abſicht zuwider ſeyn würden, ſind ſo be-

beſchaffen, daß man lieber thut, gar keine anzunehmen. Indeſſen hat es wohl ſeine große Wahrſcheinlichkeit, wie Herr de Lüc urtheilet, daß unſer feſtes Land ehedem Meergrund geweſen ſey, daß das Meer ſein ehemaliges Bette durch eine plötzliche Revolution und noch nicht ſeit langer Zeit verlaſſen habe. Soll ich meine Meynung von Entſtehung der Welt kurz ſagen, ſo ſchuf Gott die Materien mit Kräften begabt, welche nach ſeinen unermeßlichen Planen Welten über Welten gethürmt in ihren Bewegungen in der bewundernswürdigſten Ordnung erhalten; uns gab er auſſer den körperlichen Kräften Geiſteskräfte, welche bey Beobachtung ſeiner großen Werke uns zur Demuth führen, und in uns unwiderſtehlich den Trieb hervorbringen, ihn über alles zu lieben, und ihm die Ehre allein zu geben. Mit dieſen Gedanken ſchließe ich.

Bayerische Staatsbibliothek München

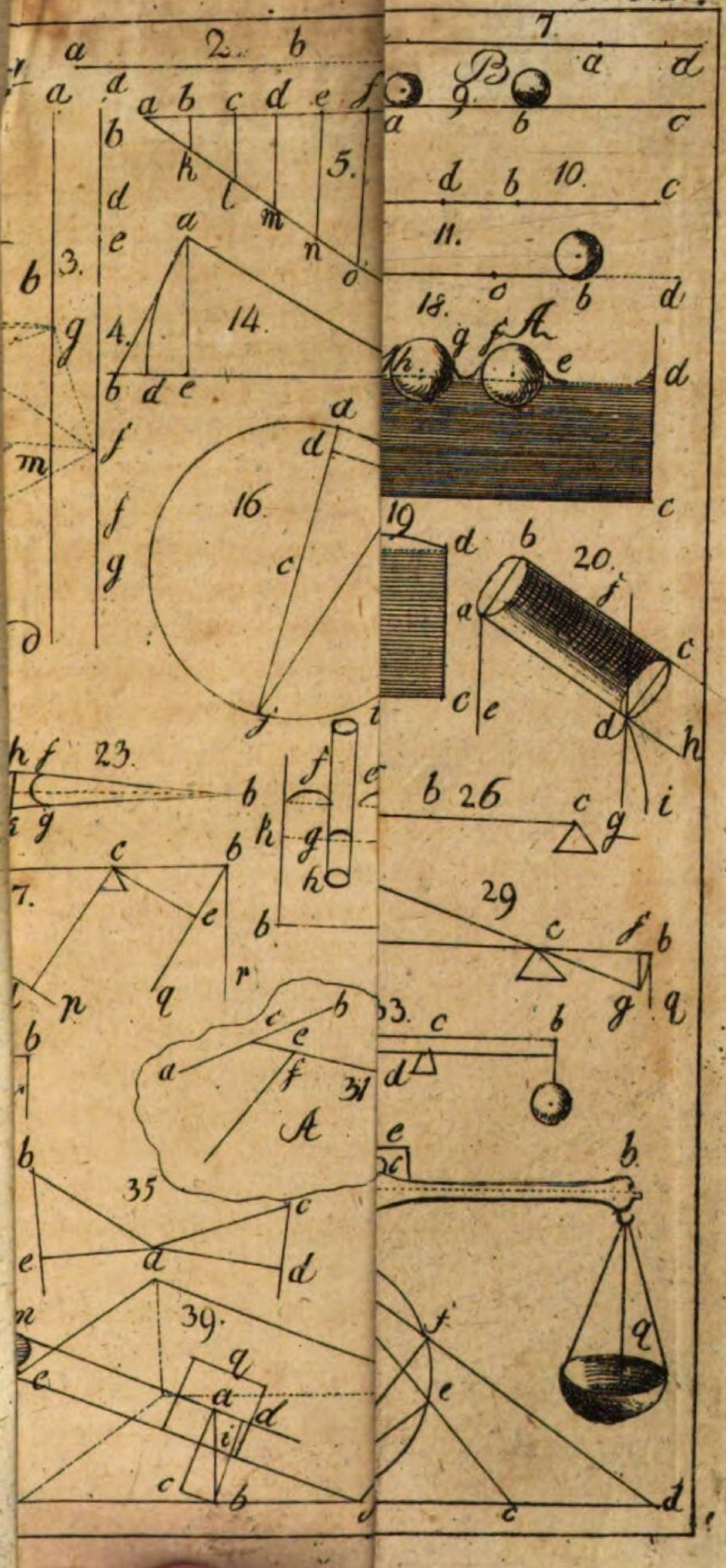
Tab: I.



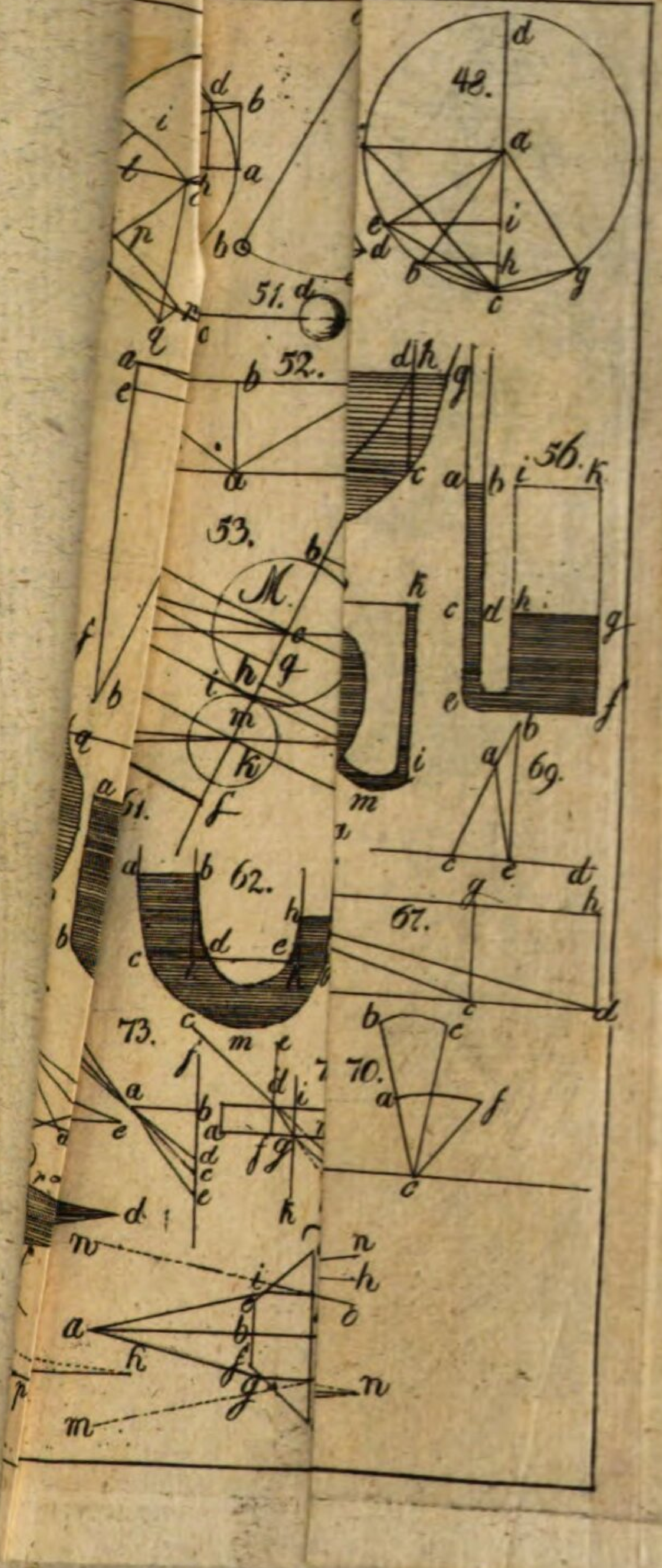
beſchaffen, daß man lieber thut, gar keine anzunehmen. Indeſſen hat es wohl ſeine große Wahrſcheinlichkeit, wie Herr de Lüc urtheilet, daß unſer feſtes Land ehedem Meergrund geweſen ſey, daß das Meer ſein ehemaliges Bette durch eine plötzliche Revolution und noch nicht ſeit langer Zeit verlaſſen habe. Soll ich meine Meynung von Entſtehung der Welt kurz ſagen, ſo ſchuf Gott die Materien mit Kräften begabt, welche nach ſeinen unermeßlichen Planen Welten über Welten gethürmt in ihren Bewegungen in der bewundernswürdigſten Ordnung erhalten; uns gab er auſſer den körperlichen Kräften Geiſteskräfte, welche bey Beobachtung ſeiner großen Werke uns zur Demuth führen, und in uns unwiderſtehlich den Trieb hervorbringen, ihn über alles zu lieben, und ihm die Ehre allein zu geben. Mit dieſen Gedanken ſchließe ich.

Bayerische Staatsbibliothek München

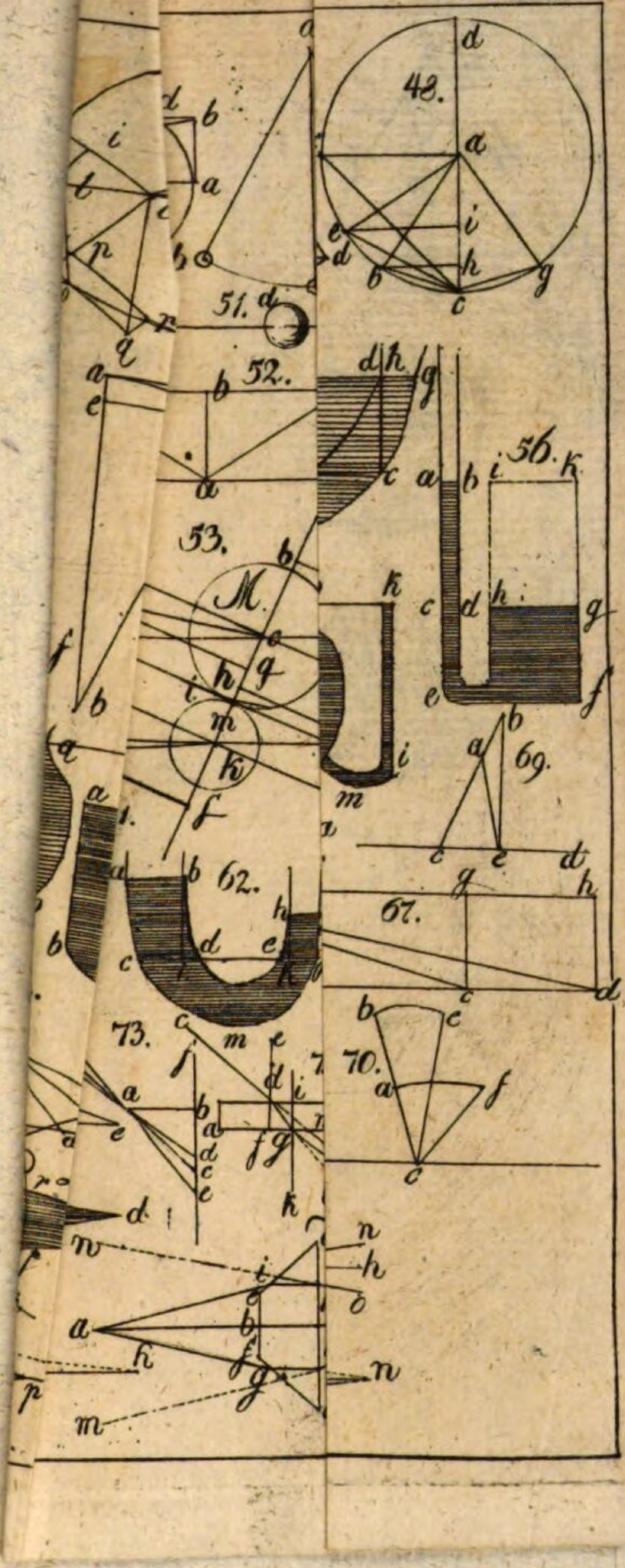
Tab: I.



Tab. II.



Tab. II.



1000,-
Mai 84

nb
R. Waw